

Полисахариды

**Крахмал.
Целлюлоза.**



ПОЛИСАХАРИДЫ

Сложными углеводами (полисахаридами или полиозами) называют такие углеводы, которые способны гидролизоваться с образованием простых углеводов и у них число атомов углерода не равно числу атомов кислорода $C_m H_{2n} O_n$.

К полисахаридам относятся:

$(C_5 H_8 O_4)_n$ - пентозаны;

$(C_6 H_{10} O_5)_n$ - целлюлоза, крахмал, гликоген

Полисахариды состоят из моносахаридов. Большие размеры делают их молекулы практически нерастворимыми в воде; они не оказывают влияние на клетку и потому удобны в качестве запасных веществ. При необходимости они могут быть превращены обратно в сахара путём гидролиза.

Важнейшие из полисахаридов - это крахмал, гликоген (животный крахмал), целлюлоза (клетчатка).

ВИДЫ ПОЛИСАХАРИДОВ

К полисахаридам относятся, в частности:

декстрин — полисахарид, продукт гидролиза крахмала;

крахмал — основной полисахарид, откладываемый как энергетический запас у растительных организмов;

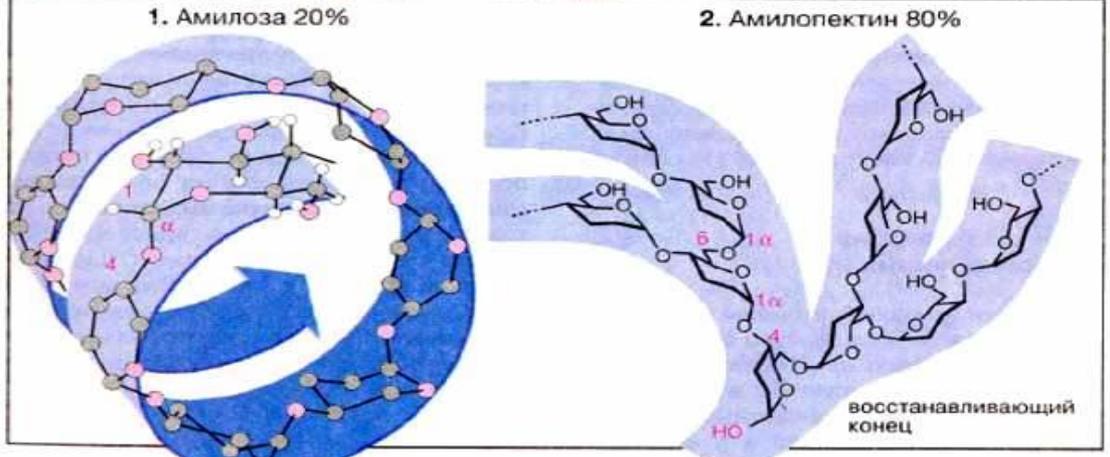
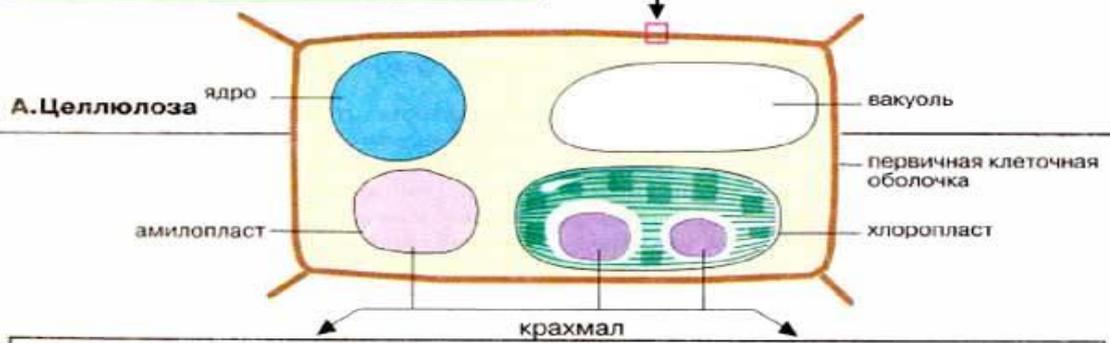
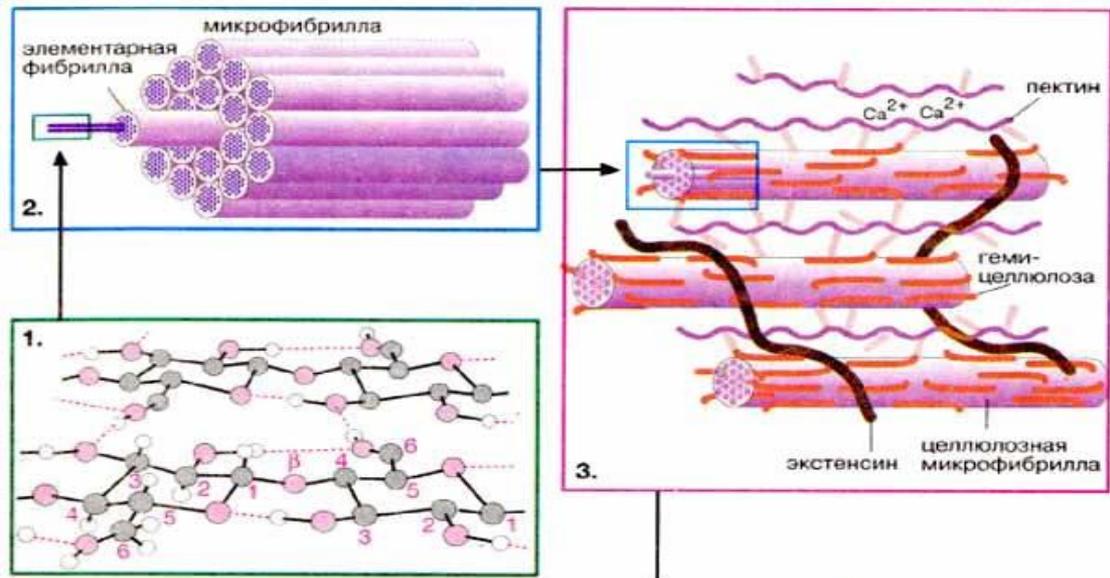
гликоген — полисахарид, откладываемый как энергетический запас в клетках животных организмов, но встречается в малых количествах и в тканях растений;

целлюлоза — основной структурный полисахарид клеточных стенок растений;

галактоманнаны — запасные полисахариды некоторых растений семейства бобовых, такие как гуар и камедь рожкового дерева;

глюкоманнан — полисахарид, получаемый из клубней конняку, состоит из чередующихся звеньев глюкозы и маннозы, растворимое пищевое волокно, уменьшающее аппетит;

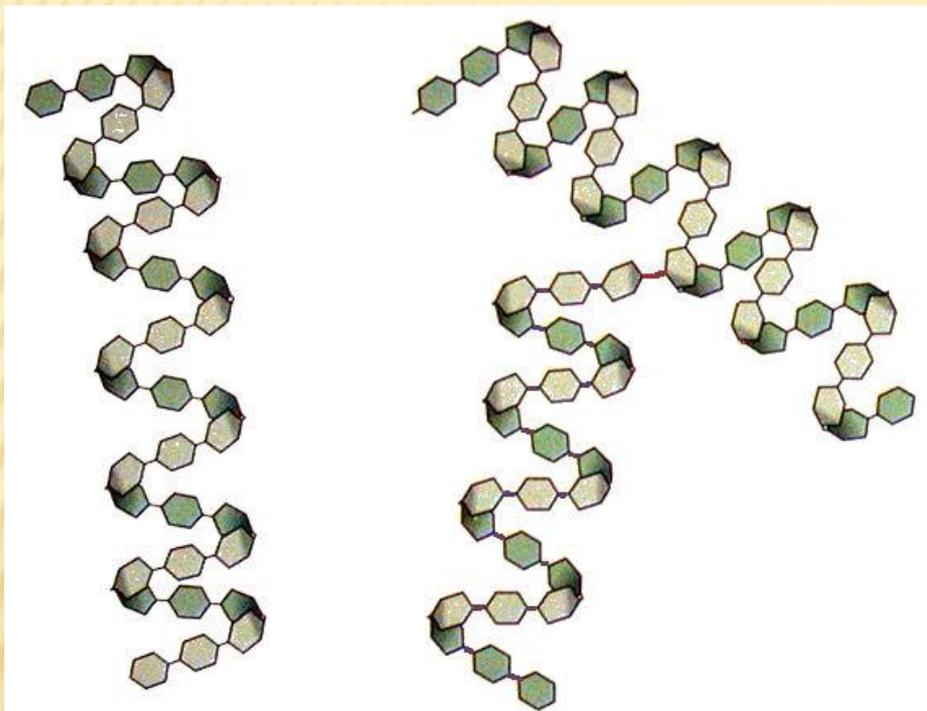
амилоид — применяется при производстве пергаментной бумаги.



Б. Крахмал

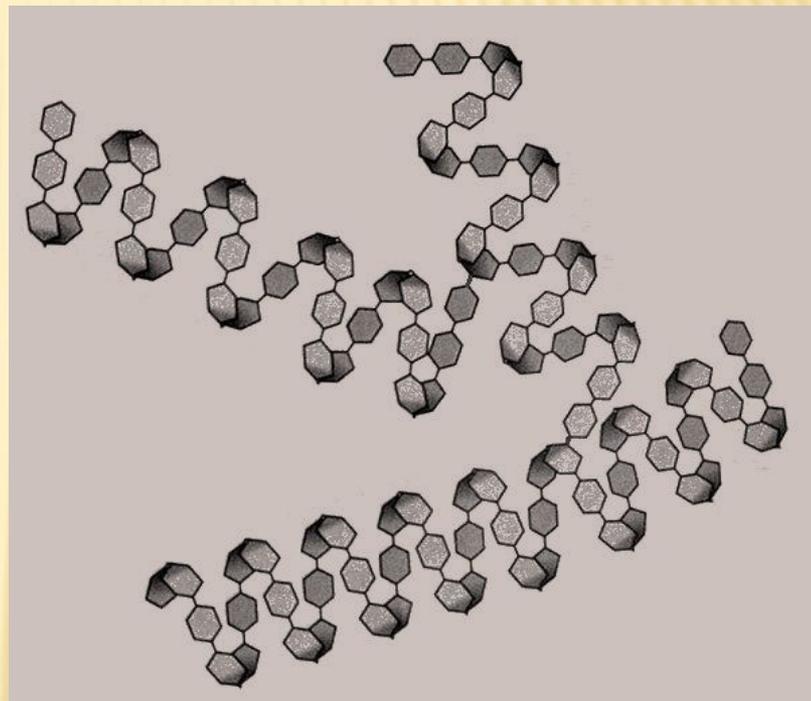
Целлюлоза и Крахмал

Полисахариды



Амилоза

Амилопектин



Крахмал

Гликоген

СРАВНЕНИЕ КРАХМАЛА И ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

	Крахмал	Целлюлоза
Состав		
Строение		
Физические свойства		
Химические свойства		
Нахождение в природе		
Биологическая роль		
Применение		

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

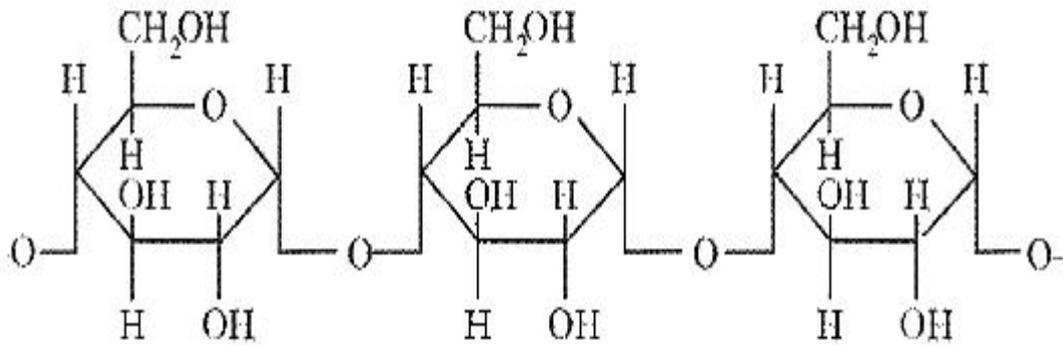
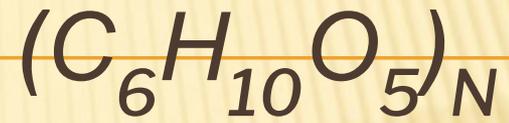
крахмала

- белый аморфный порошок
- не растворяется в холодной воде
- в горячей воде разбухает
- не обладает сладким вкусом

целлюлозы

- твердое волокнистое белое вещество
- не растворяется в воде
- не обладает сладким вкусом

КРАХМАЛ



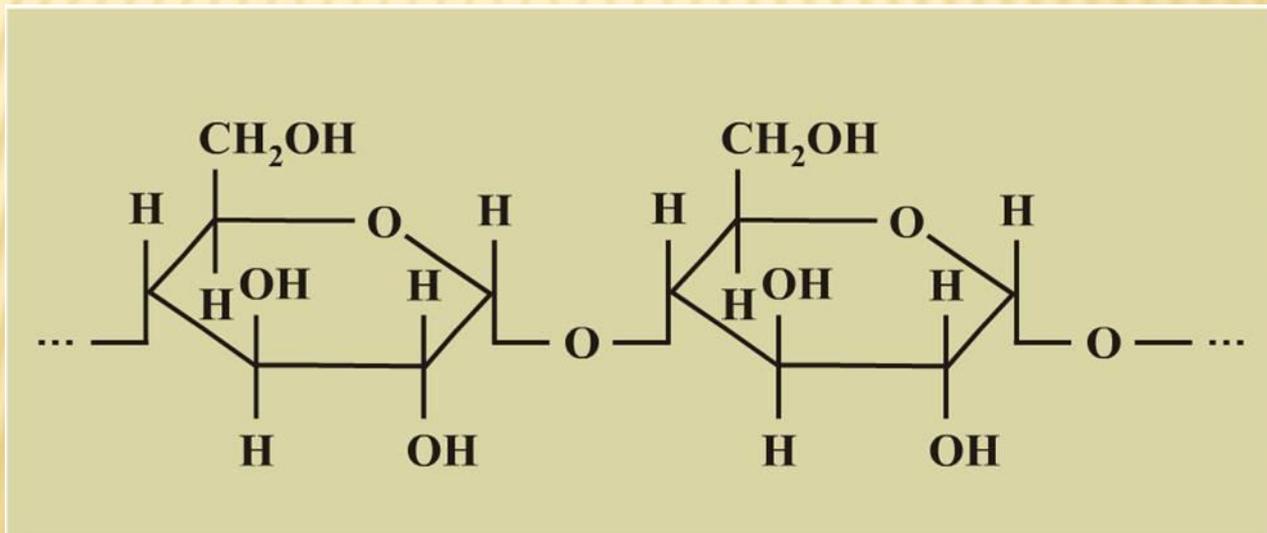
КРАХМАЛ

- 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.

СТРУКТУРНАЯ ФОРМУЛА КРАХМАЛА



Остатки α - глюкозы



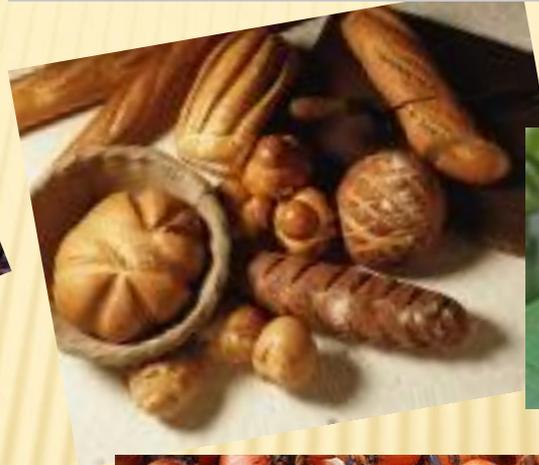
Физические Свойства



Безвкусный, аморфный порошок белого цвета, нерастворимый в холодной воде; в горячей воде набухает (растворяется), образуя коллоидный раствор — клейстер. Под микроскопом видно, что это зернистый порошок; при сжатии порошка крахмала в руке он издаёт характерный «хруст», вызванный трением частиц.

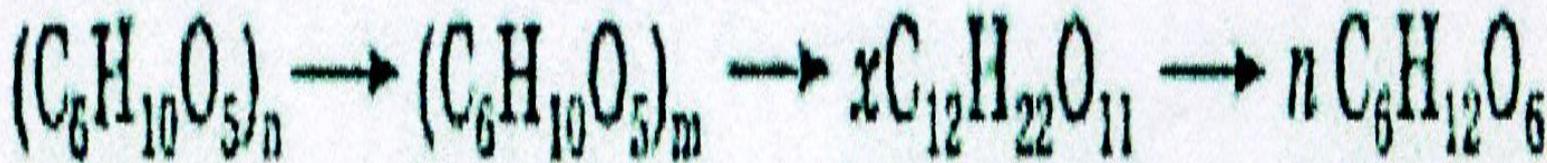
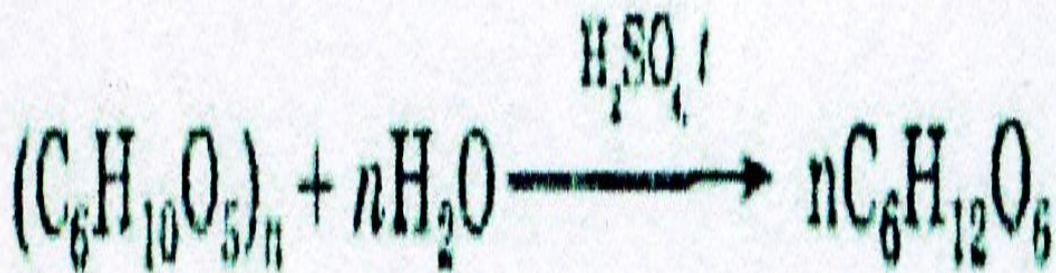
КРАХМАЛ В ПРИРОДЕ





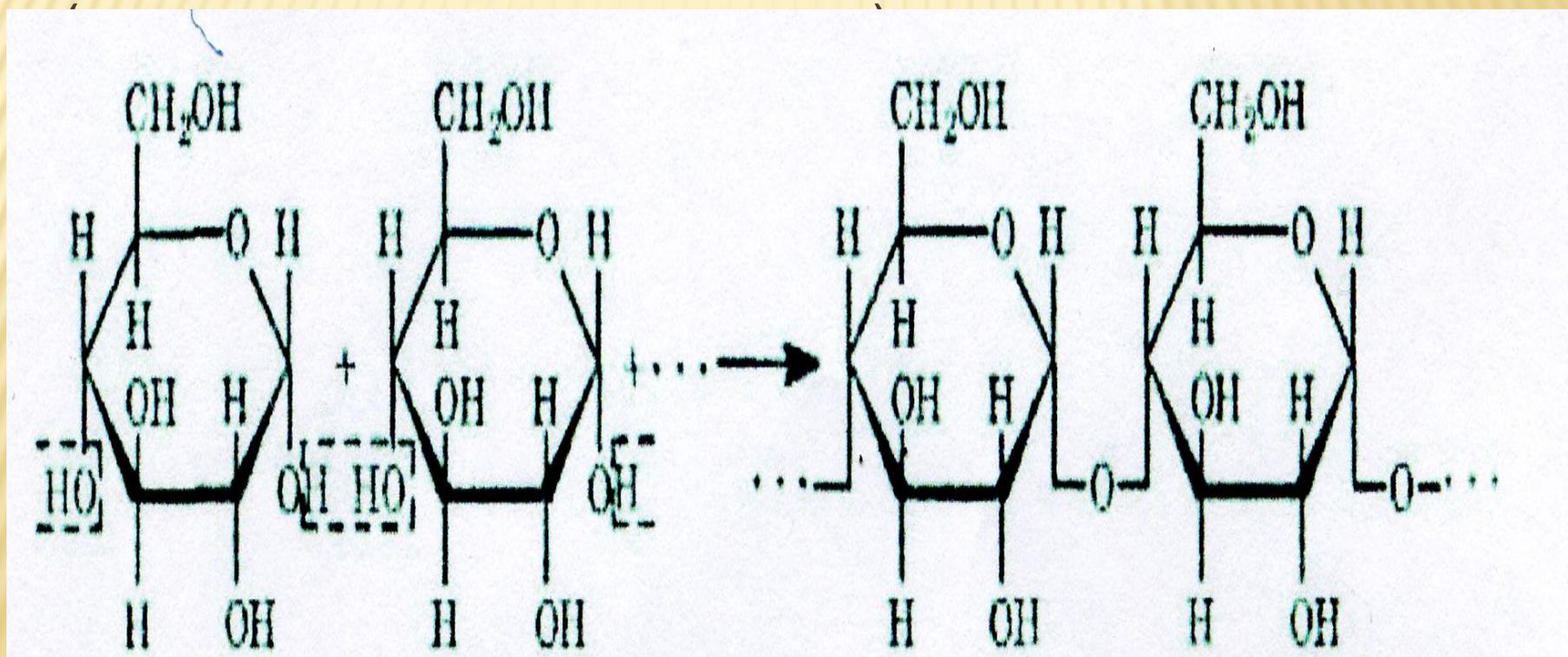
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

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



2) Крахмал не дает реакции «серебряного зеркала»,
но ее дают продукты его гидролиза.

Макромолекулы крахмала состоят из многих молекул циклической β -глюкозы. Процесс образования крахмала можно выразить так



3) ХАРАКТЕРНОЙ РЕАКЦИЕЙ ЯВЛЯЕТСЯ
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КРАХМАЛА С РАСТВОРАМИ ИОДА.
ЕСЛИ К ОХЛАЖДЕННОМУ КРАХМАЛЬНОМУ
КЛЕЙСТЕРУ ДОБАВИТЬ РАСТВОР ИОДА, 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 ИОДА НАНЕСТИ НА СРЕЗ
КАРТОФЕЛЯ ИЛИ ЛОМТИК БЕЛОГО ХЛЕБА, ТО
ПОЯВЛЯЕТСЯ СИНЕЕ ОКРАШИВАНИЕ

Окрашивание крахмала раствором йода



Признак реакции – изменение цвета раствора с белого на сине - фиолетовый.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРАХМАЛА

1. Качественная реакция



2. Гидролиз



Крахмал \rightarrow декстрины \rightarrow мальтоза \rightarrow глюкоза

Пищевое значение

В желудочном тракте человека и животного крахмал поддается гидролизу и превращается в глюкозу, которая усваивается организмом.

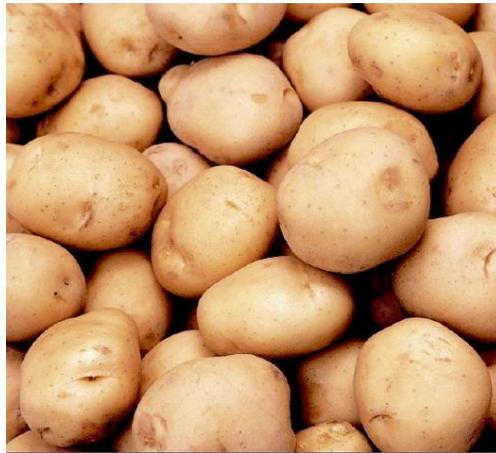
Крахмал, как пищевая добавка, используется для загущения многих пищевых продуктов, приготовления киселей, заправок и соусов.



Биологические свойства

Крахмал, являясь одним из продуктов фотосинтеза, широко распространен в природе. Для растений он является запасом питательных веществ и содержится в основном в плодах, семенах и клубнях. Наиболее богато крахмалом зерно злаковых растений: риса (до 86 %), пшеницы (до 75 %), кукурузы (до 72 %), а также клубни картофеля (до 24 %).





Для организма человека крахмал наряду с сахарозой служит основным поставщиком углеводов — одного из важнейших компонентов пищи. Под действием ферментов крахмал гидролизуется до глюкозы, которая окисляется в клетках до углекислого газа и воды с выделением энергии, необходимой для функционирования живого организма.

Модификация крахмала

В промышленности превращение крахмала в глюкозу (процесс осахаривания) происходит путём кипячения его на протяжении нескольких часов с разбавленной серной кислотой (каталитическое влияние серной кислоты на осахаривание крахмала было обнаружено в 1811 г. К. С. Кирхгофом). Чтобы из полученного раствора удалить серную кислоту в него добавляют мел, получая из серной кислоты нерастворимый сульфат кальция. Последний отфильтровывают, и вещество выпаривают. Получается густая сладкая масса — крахмальная патока, которая содержит кроме глюкозы значительное количество остальных продуктов гидролиза крахмала.

Патока используется для приготовления кондитерских изделий и для разнообразных технических целей.

Если нужно получить чистую глюкозу, то кипячение крахмала ведут дольше, чем достигается более полное превращение его в глюкозу. Полученный после нейтрализации и фильтрования раствор сгущают, пока из него не начнут выпадать кристаллы глюкозы. Также в настоящее время гидролиз крахмала производят ферментативно, с использованием альфа-амилазы для получения декстринов различной длины, и глюкоамилазы – для дальнейшего их гидролиза с получением глюкозы.

При нагревании сухого крахмала до 200–250°С происходит частичное его разложение и получается смесь менее сложных чем крахмал полисахаридов (декстрин и другие).

Физическое изменение позволяет получать крахмал с высокой способностью удерживать влагу, что в свою очередь придает конечному продукту желаемую консистенцию. Модифицированный крахмал не имеет никакого отношения к генномодифицированным организмам, так как не изменен на генном уровне.

Модифицированный
крахмал



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, на крахмаливания белья. В медицине на основе крахмала готовят мази, присыпки и т.д.

ПРИМЕНЕНИЕ КРАХМАЛА



Получение
патоки



В пищевой
промышленности



Получение
этилового
спирта



В текстильной

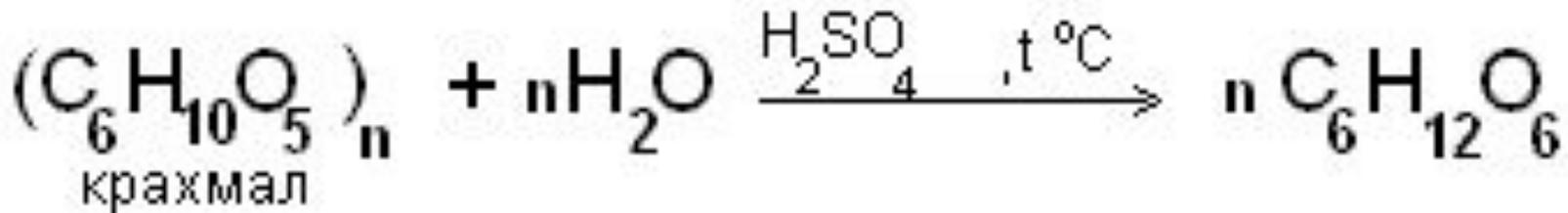
промышленности

Применение крахмала.

Крахмал - основная часть важнейших продуктов питания: муки (75 - 80%), картофеля (25%), саго и др. Энергетическая ценность около 16,8 кДж/г.

Он является ценным питательным продуктом. Чтобы облегчить его усвоение, содержащие крахмал продукты подвергают действию высокой температуры, то есть картофель варят, хлеб пекут. В этих условиях происходит частичный гидролиз крахмала и образуются декстрины, растворимые в воде. Декстрины в пищеварительном тракте подвергаются дальнейшему гидролизу до глюкозы, которая усваивается организмом. Избыток глюкозы превращается в гликоген (животный крахмал). Состав гликогена такой же, как у крахмала, - $(C_6H_{10}O_5)_n$, но его молекулы более разветвленные. Особенно много гликогена содержится в печени (до 10%). В организме гликоген является резервным веществом, которое превращается в глюкозу по мере ее расходования в клетках.

В промышленности крахмал путем гидролиза превращают в патоку и глюкозу. Для этого его нагревают с разбавленной серной кислотой, избыток которой затем нейтрализуют мелом.



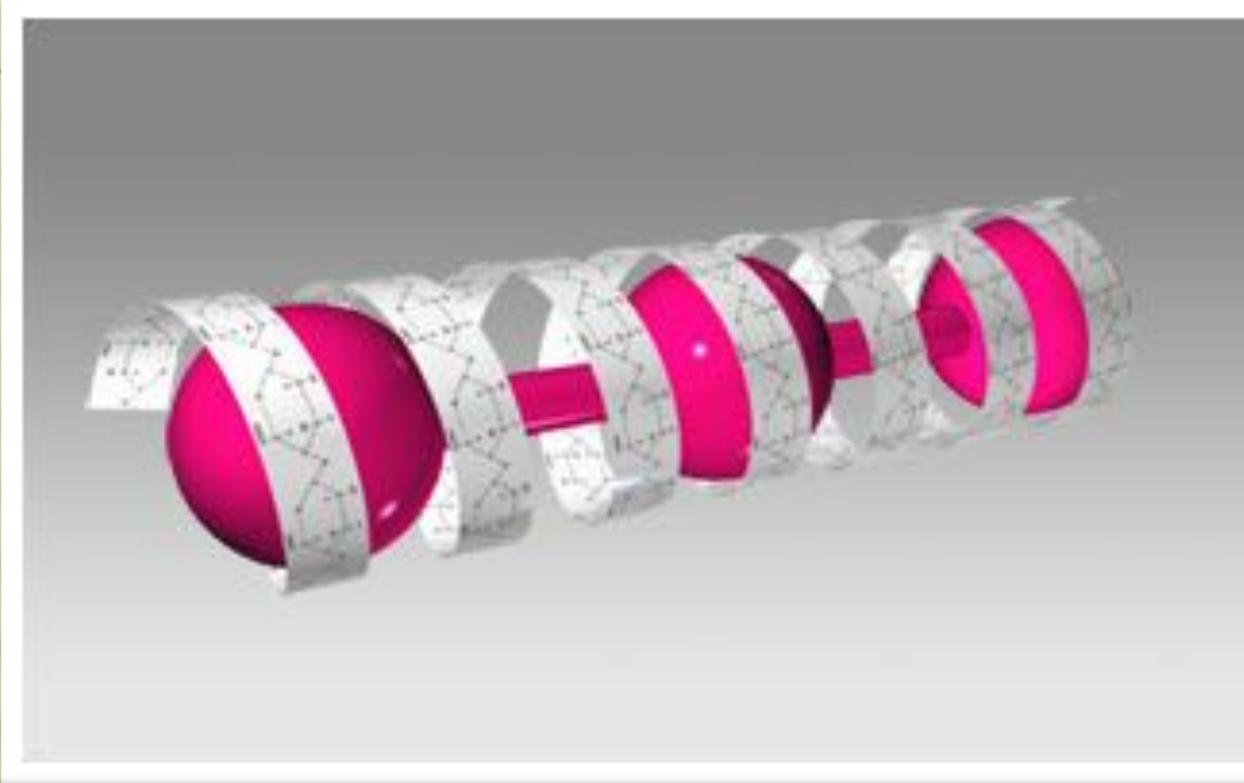
Образовавшийся осадок сульфата кальция отфильтровывают, раствор упаривают и выделяют глюкозу. Если гидролиз крахмала не доводить до конца, то образуется смесь декстринов с глюкозой - патока, которую применяют в кондитерской промышленности. Получаемые с помощью крахмала декстрины используются в качестве клея, для загустения красок при нанесении рисунков на ткань.

Крахмал применяют для накрахмаливания белья. Под горячим утюгом происходит частичный гидролиз крахмала и превращение его в декстрины. Последние образуют на ткани плотную пленку, которая придает блеск ткани и предохраняет ее от загрязнения.

Крахмал и его производные также применяются при производстве бумаги, текстильных изделий, в литейном и других производствах, а также в фармацевтической промышленности.



Определение крахмала в пище



Простым способом определения содержания в пище крахмала является йодный тест.

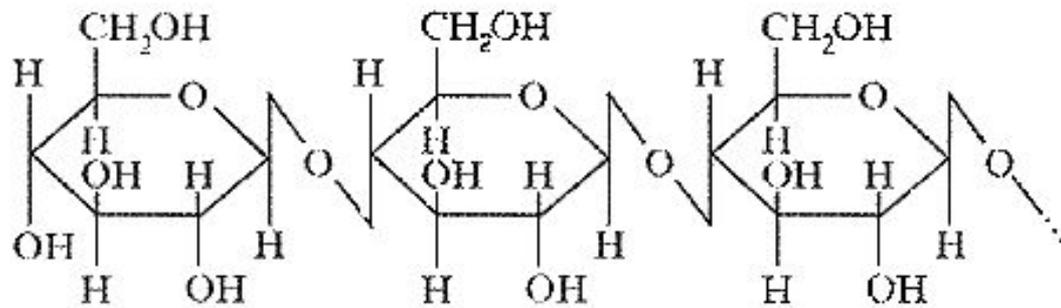
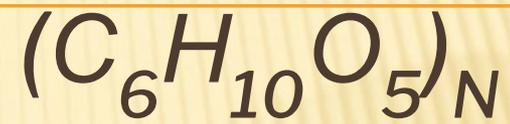
Молекулы крахмала имеют форму штопора. Когда молекула крахмала контактирует с раствором йода, ионы йода проникают внутрь и формируют крахмально-полиiodный комплекс. В результате процесса молекула крахмала окрашивается в голубой цвет.

ВОДА + КРАХМАЛ + САБВУФЕР



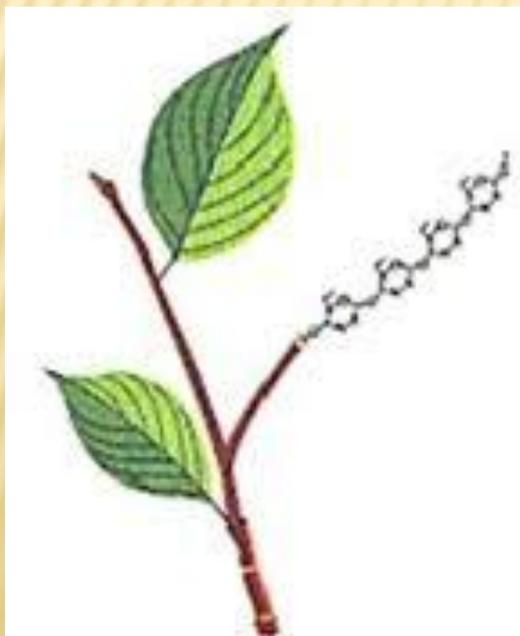
Сочетание "крахмал + вода" является так называемой «не-Ньютоновой жидкостью», т.е. жидкостью, на которую "не действуют" законы Ньютона. Свойство такой массы - тягучесть. она может вести себя и как жидкость и как порошок.

ЦЕЛЛЮЛОЗА



Общие сведения

Целлюлоза (от лат. *cellula* — клетка, то же самое, что клетчатка) — общая формула $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$, полисахарид; главная составная часть клеточных оболочек всех высших растений.





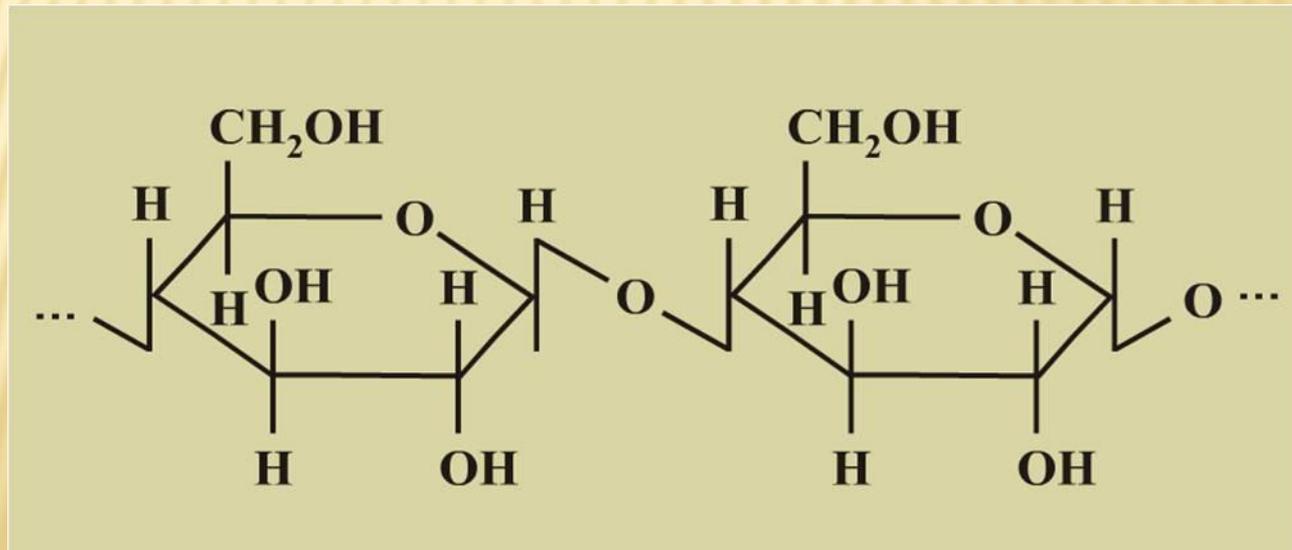
Целлюлоза также является полимером ГЛЮКОЗЫ.

В ней заключено около 50 % углерода, содержащегося в растениях. По общей массе на Земле целлюлоза занимает первое место среди органических соединений.

СТРУКТУРНАЯ ФОРМУЛА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ



Остатки β - глюкозы



ЦЕЛЛЮЛОЗА В ПРИРОДЕ

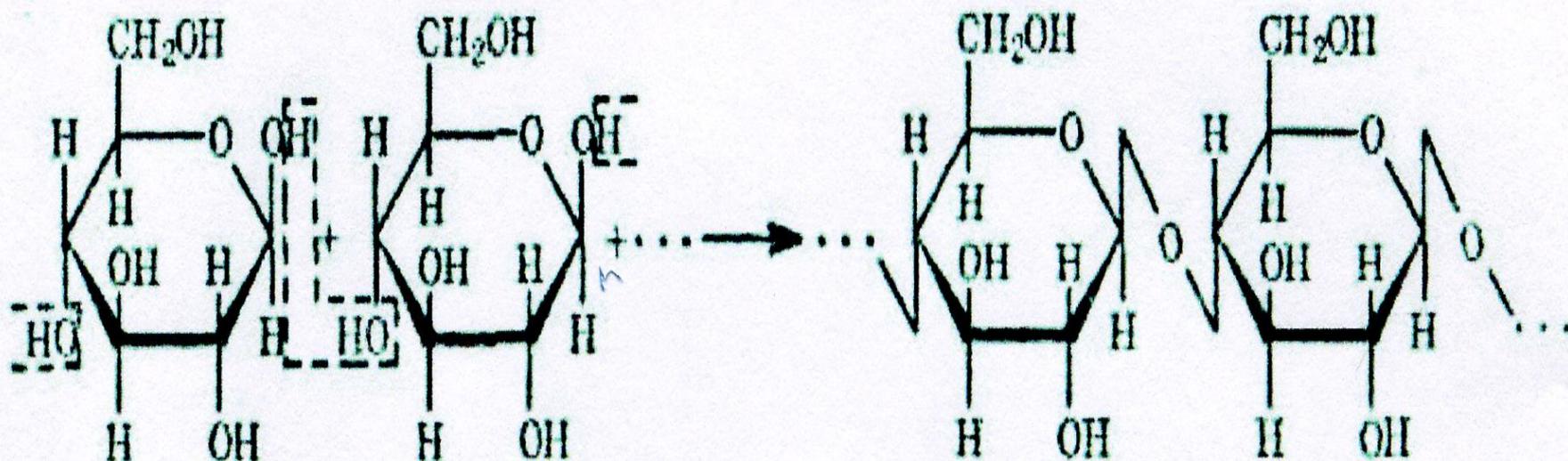


ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

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.

Целлюлоза – это биополимер, состоящий из остатков глюкозы - ценный источник глюкозы, однако для её расщепления необходим фермент **целлюлаза**, сравнительно редко встречающийся в природе.

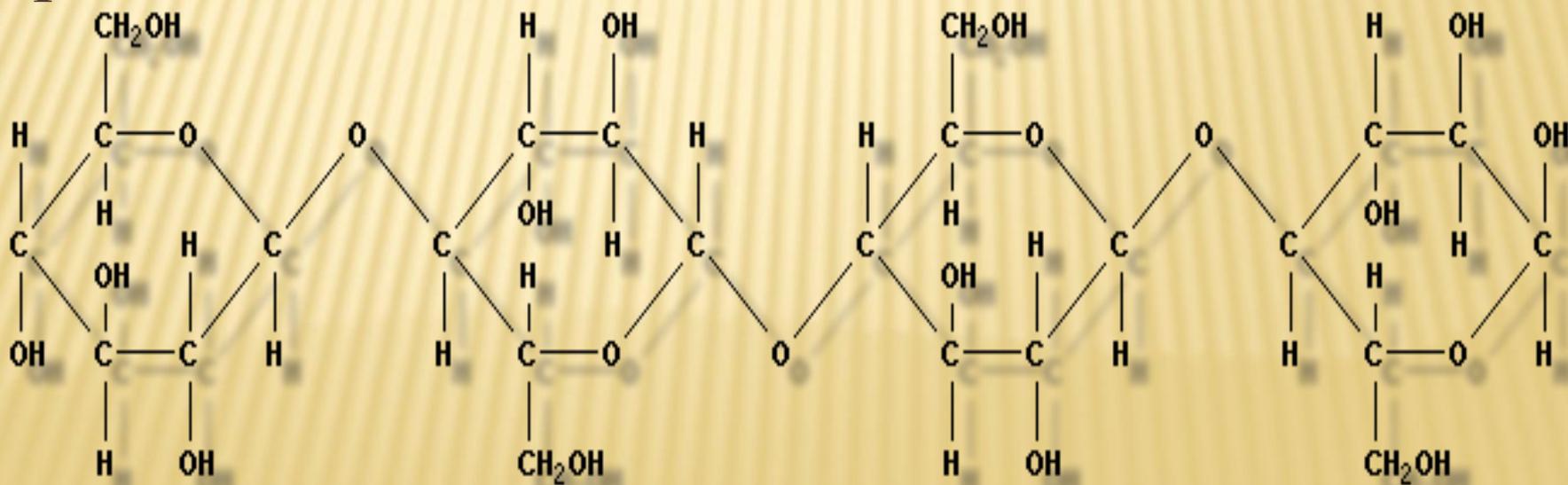
Целлюлоза состоит из остатков молекул глюкозы, которая и образуется при кислотном гидролизе целлюлозы:



Целлюлоза $(C_6H_{10}O_5)_n$

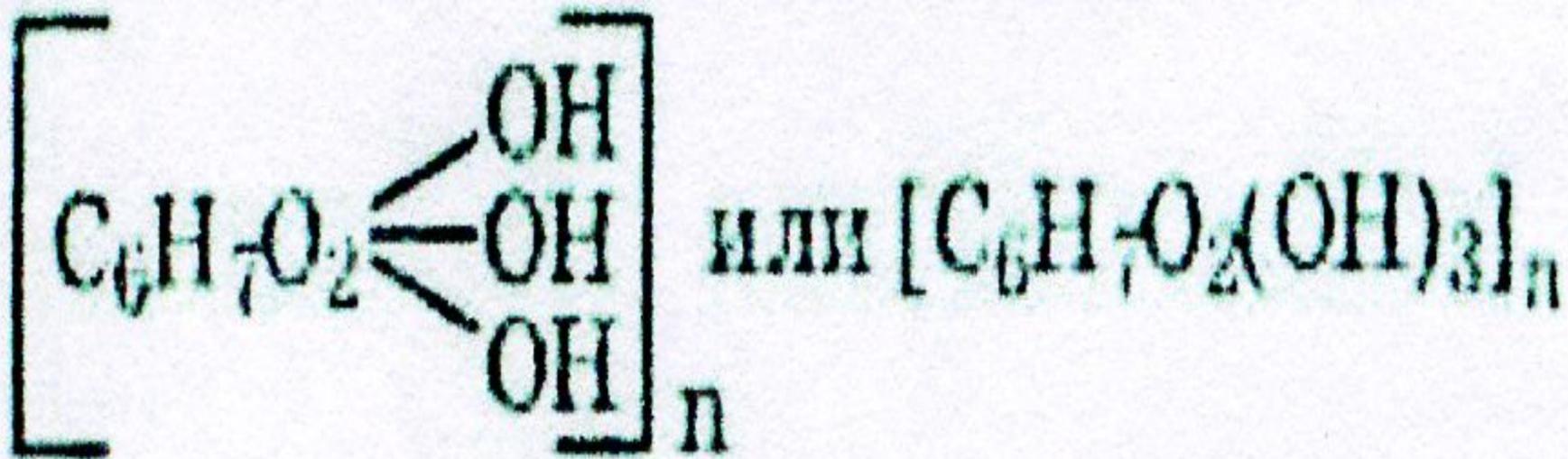
Целлюлоза – это биополимер, состоящий из остатков глюкозы - ценный источник глюкозы, однако для её расщепления необходим фермент целлюлаза, сравнительно редко встречающийся в природе. Поэтому в пищу целлюлозу употребляют только некоторые животные (например, жвачные). Велико и промышленное значение целлюлозы – из этого вещества изготавливают хлопчатобумажные ткани и бумагу.

Целлюлоза представляет собой длинные нити, содержащие 300—10 000 остатков глюкозы, без боковых ответвлений. Эти нити соединены между собой множеством водородных связей, что придает целлюлозе большую механическую прочность.



ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

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.

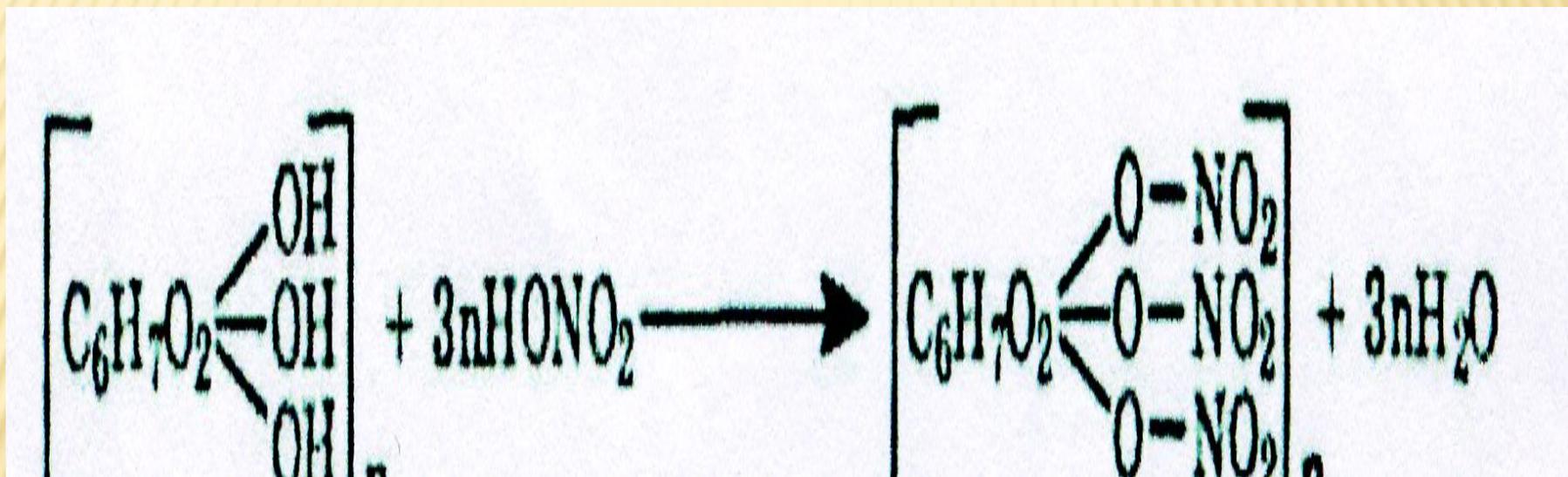
НАПРИМЕР, РЕАКЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СЛОЖНОГО
ЭФИРА С УКСУСНОЙ КИСЛОТОЙ ИМЕЕТ ВИД:



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:

$(C_6H_{10}O_6)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$

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

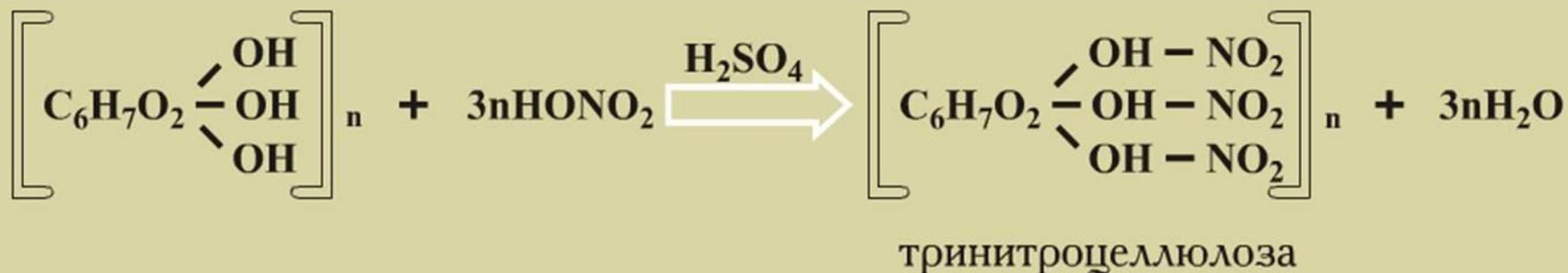
ЗАМЕНИТЬ 1,5 Т КАРТОФЕЛЯ ИЛИ 0,7 Т ЗЕРНА

Химические свойства целлюлозы

1. Гидролиз



2. Образование сложных эфиров



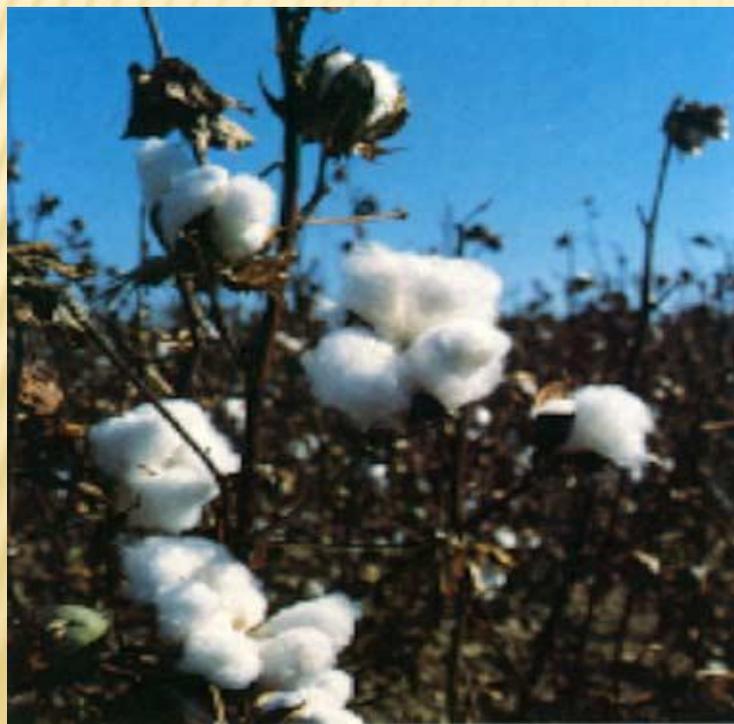
Биологическая роль

В организме **целлюлоза** служит главным образом строительным материалом, и в обмене веществ почти не участвует. **Целлюлоза** не расщепляется обычными ферментами желудочно-кишечного тракта млекопитающих (амилазой, мальтозой); при действии фермента целлюлазы, выделяемого микрофлорой кишечника травоядных животных



Образование в природе

Почти чистой клетчаткой является хлопок, который идёт на изготовление ткани: в хлопковом волокне содержится до 99,5 % целлюлозы



Целлюлоза древесины 50 % даёт бумагу



Применение

Из ацетилцеллюлозы получают ацетатный шёлк



Тринитроцеллюлоза (пироксилин) используется как взрывчатое вещество и для производства бездымного пороха.

Динитроцеллюлоза (коллоксилин) применяется для получения коллодия (для создания шрамов и рубцов)



ПРИМЕНЕНИЕ КРАХМАЛА И ЦЕЛЛЮЛОЗЫ



ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ



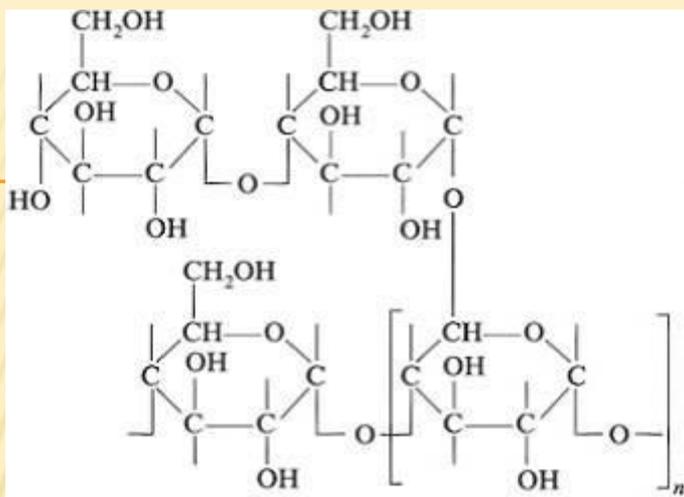
Текстильная
промышленность



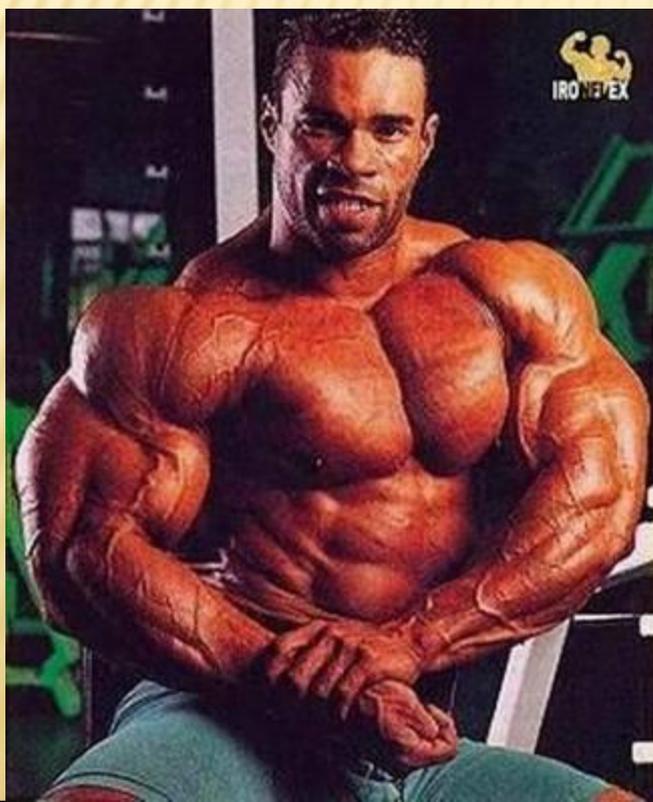
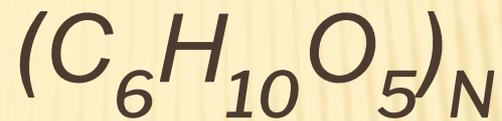
Органический
синтез



Производство бумаги и



ГЛИКОГЕН (ЖИВОТНЫЙ КРАХМАЛ)



ПРОВЕРЬ СЕБЯ:

Название, формула	Где содержится	Свойства
Крахмал $(C_6H_{10}O_5)_n$	в клубнях, плодах и семенах растений	Белый, аморфный, скользкий на ощупь порошок, не растворяется в воде, лишь разбухает
Гликоген $(C_6H_{10}O_5)_n$	у млекопитающих накапливается в печени и скелетной мускулатуре. Встречается также у некоторых бактерий, дрожжей и грибов.	По строению аналогичный крахмалу, но его молекулы более разветвленные и имеют большую молекулярную массу
Целлюлоза $(C_6H_{10}O_5)_n$	практически во всех растениях	Обладает большой механической и химической прочностью, абсолютно не растворяется в воде.