



Снежный барс- ирбис

Органические вещества клетки



Углеводы

Мономер



- (с греч. *μονο* «один» и *μερος* «часть») — это небольшая молекула, которая может образовать химическую связь с другими мономерами и составить **полимер**.
- **Мономеры** - мономерные звенья в составе полимерных молекул.
- **Димеры, тримеры, тетрамеры, пентамеры** и т. д. - низкомолекулярные вещества, состоящие соответственно из 2, 3, 4, и 5-ти мономеров.
- Приставку **олиго-** (сахариды, меры, пептиды) добавляют в общем случае, когда полимер состоит из небольшого количества мономеров.

Полимеры



● (от греч. поли- — «много» и мерос — «часть») — неорганические и органические вещества, получаемые путём многократного повторения различных групп атомов, называемых **«мономерами»**, соединённых в длинные **макромолекулы** химическими связями.

● **Полимер** — это высокомолекулярное соединение, вещество с большой молекулярной массой (от нескольких тысяч до нескольких миллиардов

Углеводы



- **Углеводы – это органические вещества, состоящие из атомов углерода, водорода, кислорода с общей формулой $C_n(H_2O)_m$, где $n > 3$.**

Углеводы имеют окончание –оза.

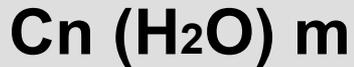
Таблица 23. Сравнение классов углеводов

Признак	Моносахарид (греч. «моно» — один)	Олигосахариды (греч. «олиго» — немного)	Полисахариды (греч. «поли» — много)
Состав	Одна молекула, в состав которой входят углерод, кислород, водород; часто в соотношении $C_n(H_2O)_n$	Определенное количество (небольшое, обычно 2–10) остатков молекул моносахаридов, соединенных ковалентными связями	Неопределенно большое (до нескольких сотен или тысяч) остатков молекул моносахаридов, соединенных ковалентными связями
Пути образования в организмах	1. У растений — в ходе фотосинтеза в результате фиксации из воздуха углекислого газа 2. В результате гидролиза олиго- и полисахаридов 3. В ходе метаболизма различных веществ, в т. ч. и других моносахаридов	В результате ферментативной полимеризации моносахаридов или ферментативного гидролиза полисахаридов	В результате ферментативной полимеризации моно- и олигосахаридов

Признак	Моносахарид (греч. «моно» — один)	Олигосахариды (греч. «олиго» — немного)	Полисахариды (греч. «поли» — много)
Продукт гидролиза	Не гидролизуются	Моносахариды	Моносахариды (часто через промежуточные олигосахариды)
Молекулярная масса	Определенная		Неопределенная
Растворимость в воде	В основном растворимы		Нерастворимы или образуют коллоидные растворы
Вкус	Многие имеют сладкий вкус		Не имеют сладкого вкуса
Признаки классификации	По числу атомов углерода, входящих в состав молекулы	По числу остатков моносахаридов, входящих в состав молекулы	Различным образом, например: по продуктам гидролиза; по особенностям химических связей между остатками моно- и олигосахаридов, входящих в их состав

Углеводы

моносахариды



ПВК

молочная к-та

рибоза

дезоксирибоза

глюкоза

фруктоза

галактоза

дисахариды



сахароза

лактоза

мальтоза

полисахариды

крахмал

целлюлоза

гликоген

ХИТИН

Класс Моносахариды

● По количеству атомов углерода различают группы:

● $n = 3$ триозы

● $n = 4$ тетрозы

● $n = 5$ пентозы

● $n = 6$ гексозы

● $n = 3$

ПВК, молочная к-та

● $n = 4$

эритроза – промежуточный продукт фотосинтеза

● $n = 5$

рибоза,
дезоксирибоза

● $n = 6$

глюкоза
фруктоза
галактоза

Класс Олигосахариды

1 порядка

СОСТОЯТ ИЗ ДВУХ
МОНОСАХАРИДОВ
(дисахариды)

- сахароза
- лактоза
- мальтоза

2 порядка

СОСТОЯТ ИЗ 3-Х
И БОЛЕЕ, ДО
НЕСКОЛЬКИХ
ДЕСЯТКОВ
МОНОСАХАРИДОВ

Класс Гомополисахариды



- Крахмал (полимер α -глюкозы)
- Гликоген (животный крахмал) (полимер α -глюкозы)
 - Клетчатка или целлюлоза (полимер β -глюкоза)
 - Хитин (полимер α -глюкозы)

Класс **гомополисахаридов** имеют в своем составе остатки моносахарида только одного вида (глюкоза)

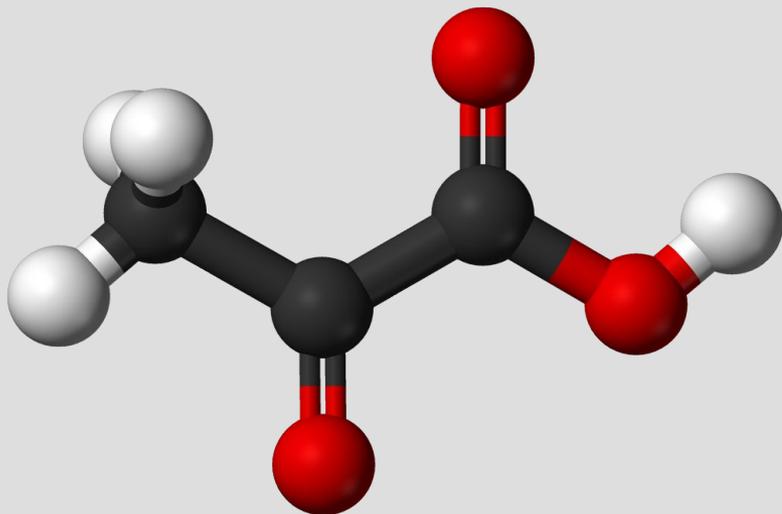
Класс Гетерополисахариды



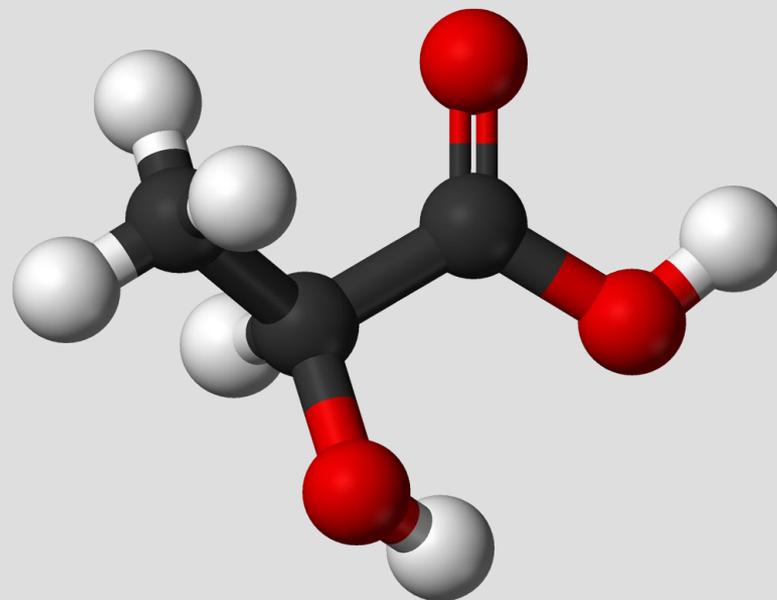
- Муреин
 - Гепарин
 - Муцины
 - Гликокаликс
-
- **Гетерополисахариды** представляют собой полимеры, построенные из остатков моносахаридов различных типов и их производных

Триозы $n = 3$

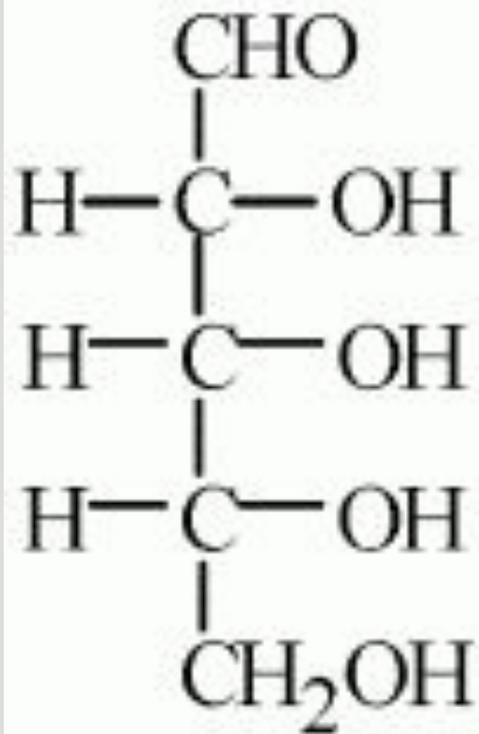
ПВК



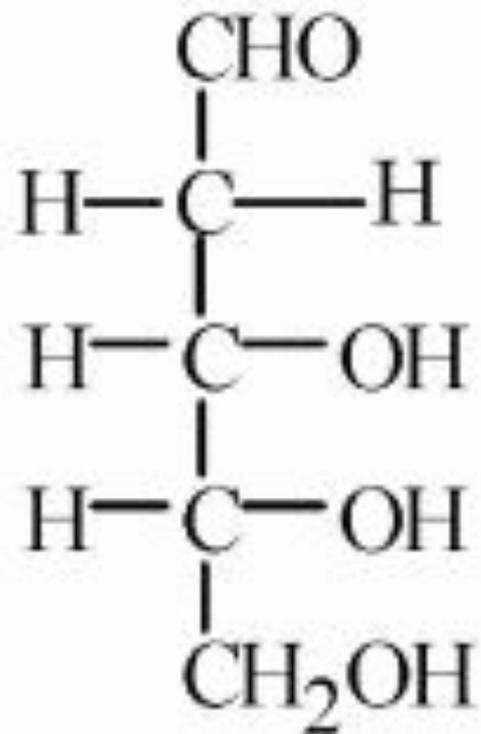
Молочная к-та



Пентозы, линейные структуры



рибоза

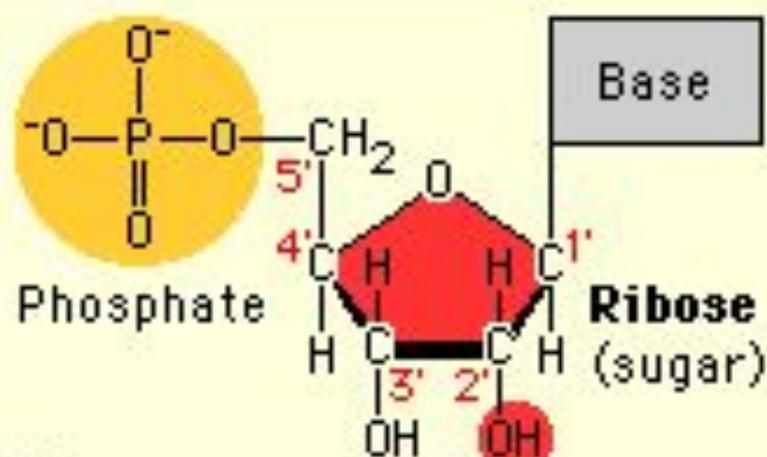
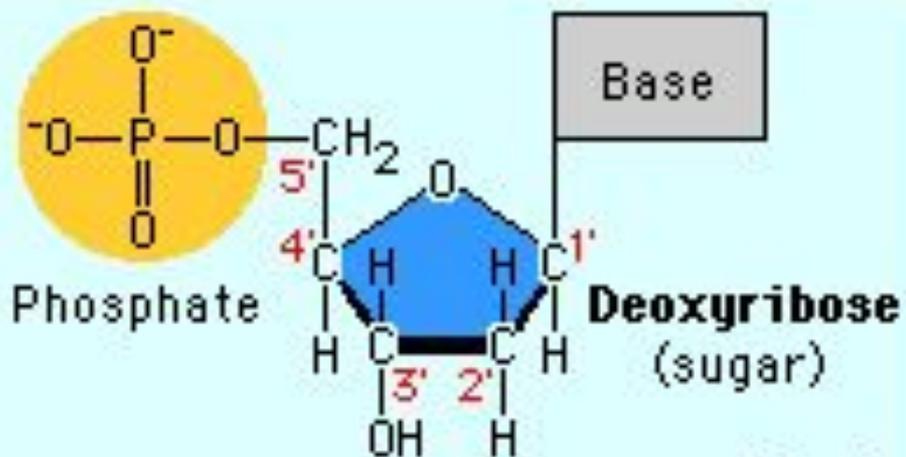


дезоксирибоза

Пентозы в составе ДНК и РНК

DNA

RNA



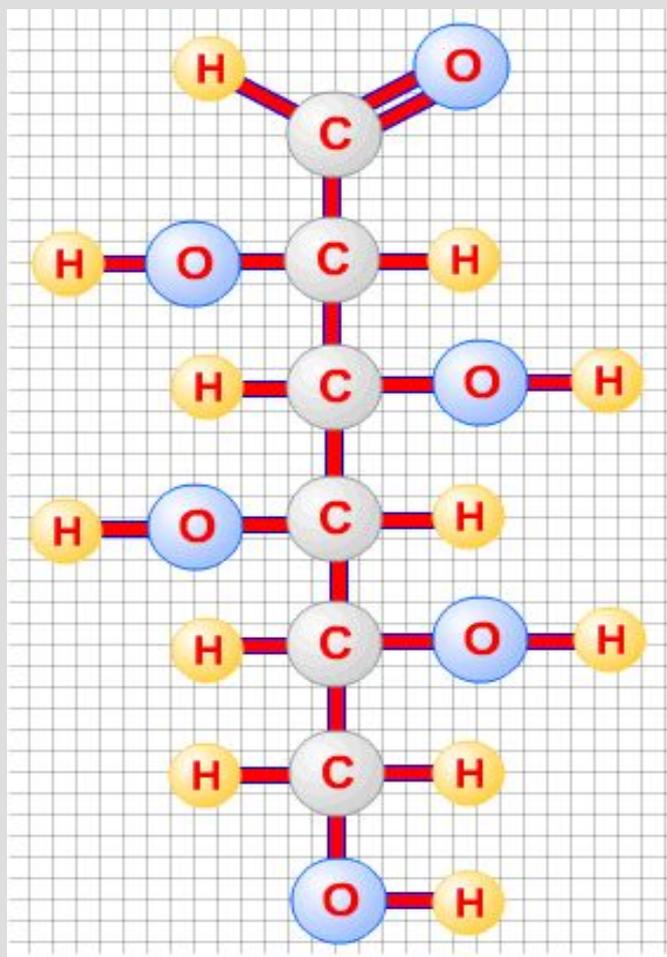
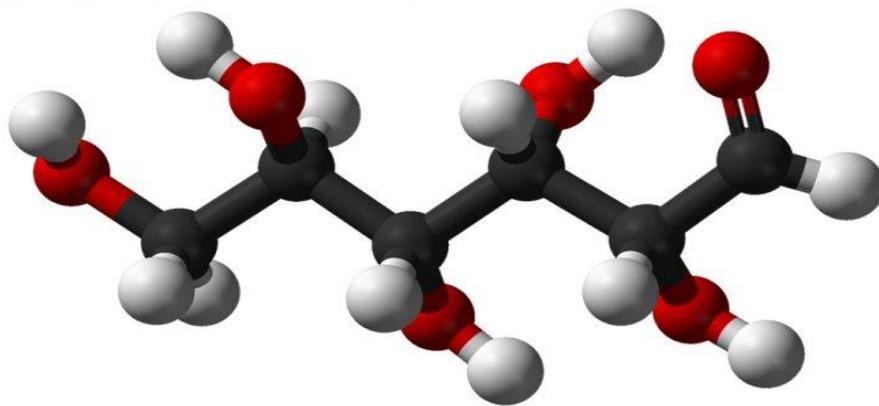
Nucleotides



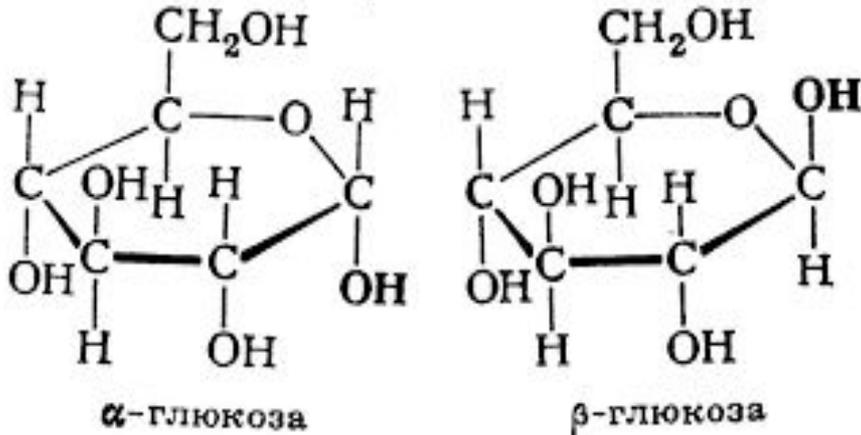
Sugars

Гексозы $n = 6$

Глюкоза



Глюкоза, имеет две формы



Глюкоза – необходимый компонент крови, уровень её содержания находится в пределах 0,08-0,11%. В медицине как средство усиленного питания и как лекарственное вещество.

В кондитерском производстве. Входит в состав напитков. В текстильной промышленности при крашении.

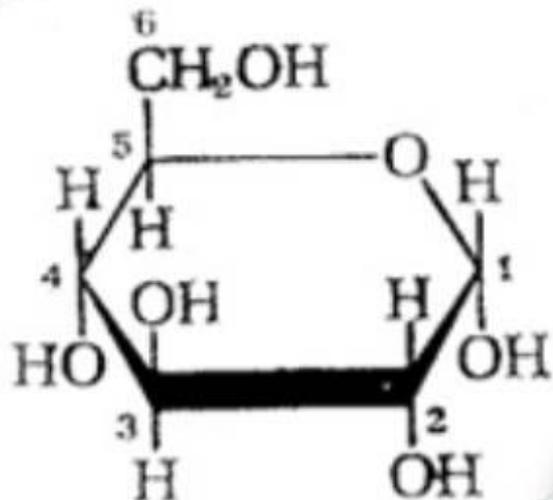
Используется для изготовления зеркал, ёлочных украшений (серебрение)

1. Наиболее распространенный субстрат клеточного дыхания (т. е. источник энергии).

2. Мономер полисахаридов: крахмала, гликогена, клетчатки (целлюлозы), гемицеллюлоз.

3. Входит в состав многих гликозидов (синигрина, соланинов). В свободном состоянии содержится в тканях растений, животных, человека. Резервные полисахариды (крахмал, гликоген) перед тем, как быть использованным организмом для получения энергии, гидролизуются до глюкозы

Моносахариды

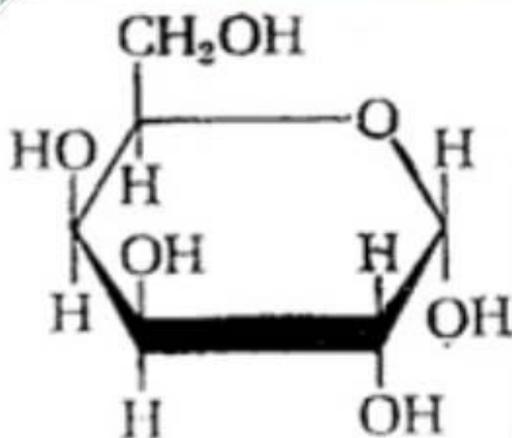
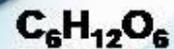


ГЛЮКОЗА

виноградный сахар

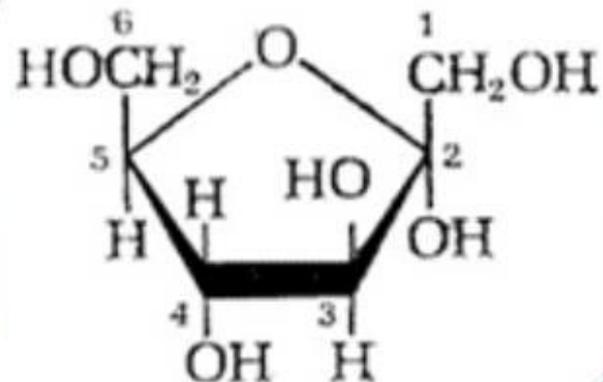


Гексозы



ГАЛАКТОЗА

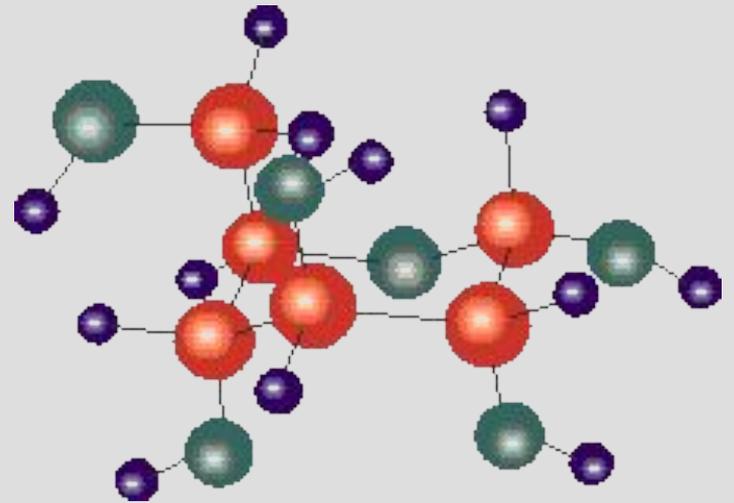
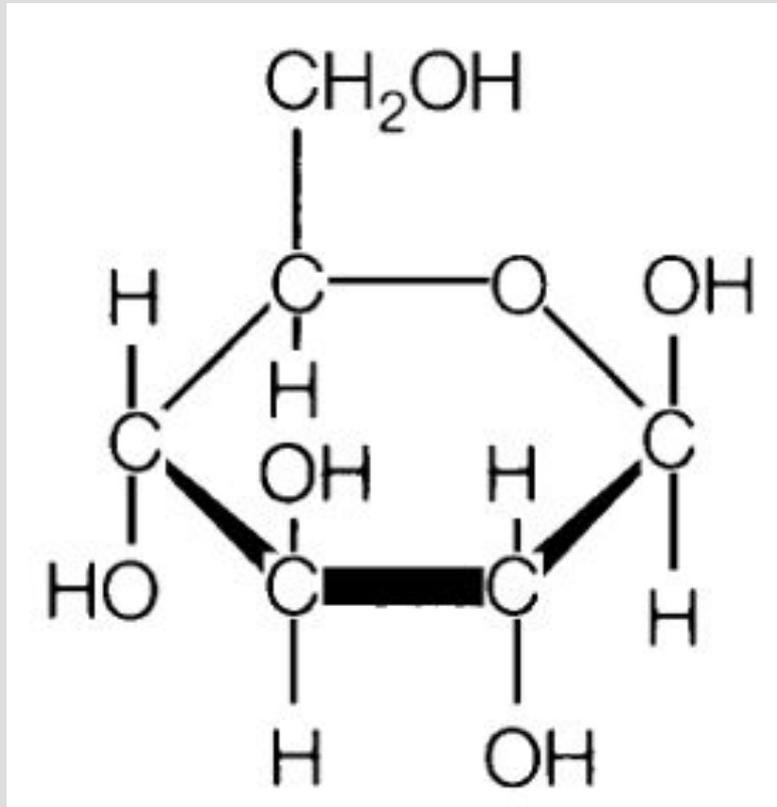
молочный сахар



ФРУКТОЗА

плодовый сахар

Фруктоза $n = 6$

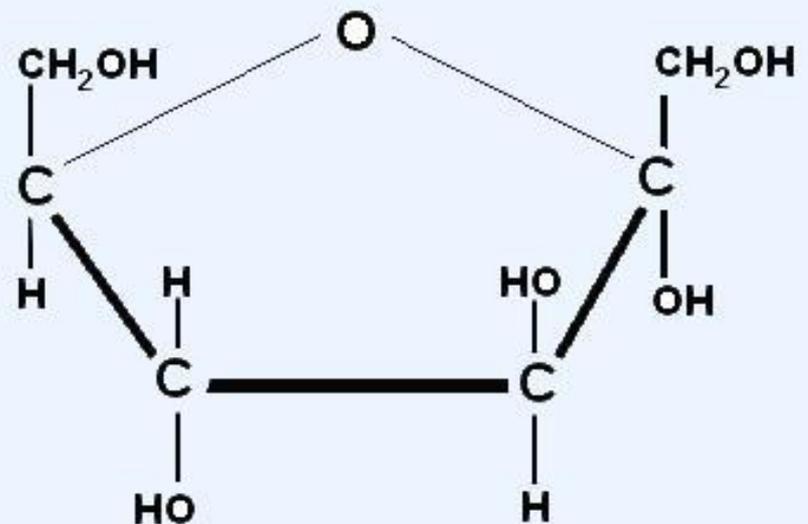
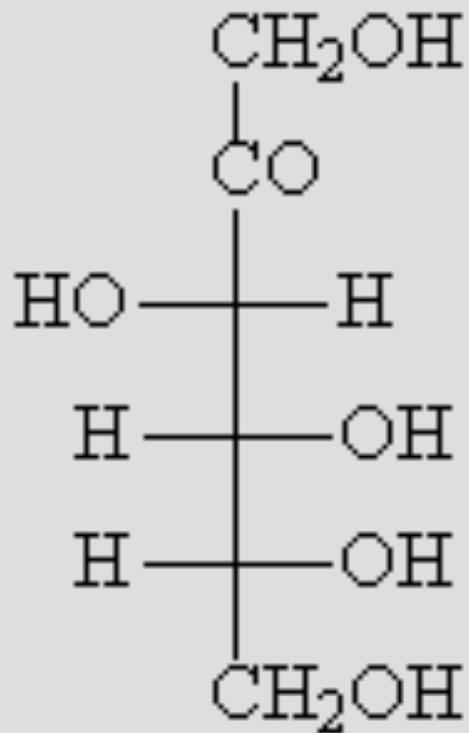


Фруктоза: структуры

линейная



циклическая

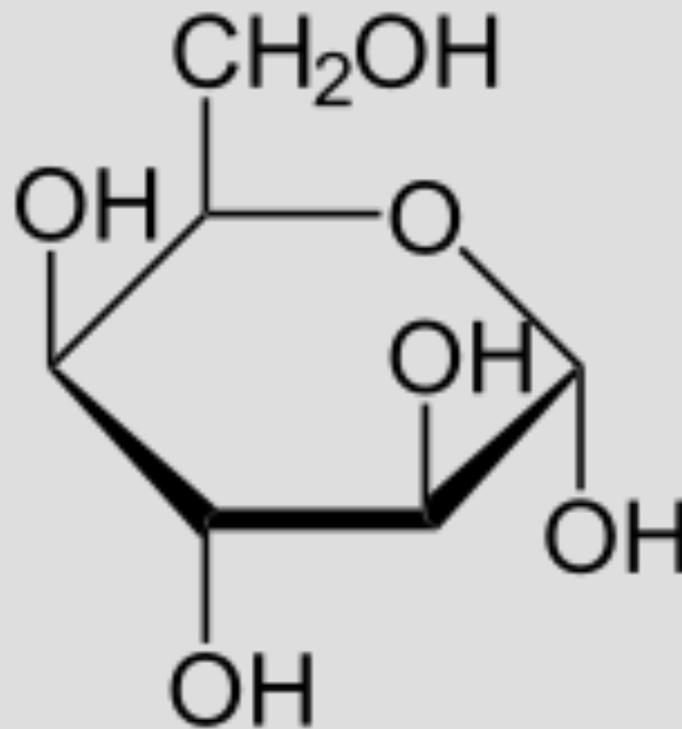
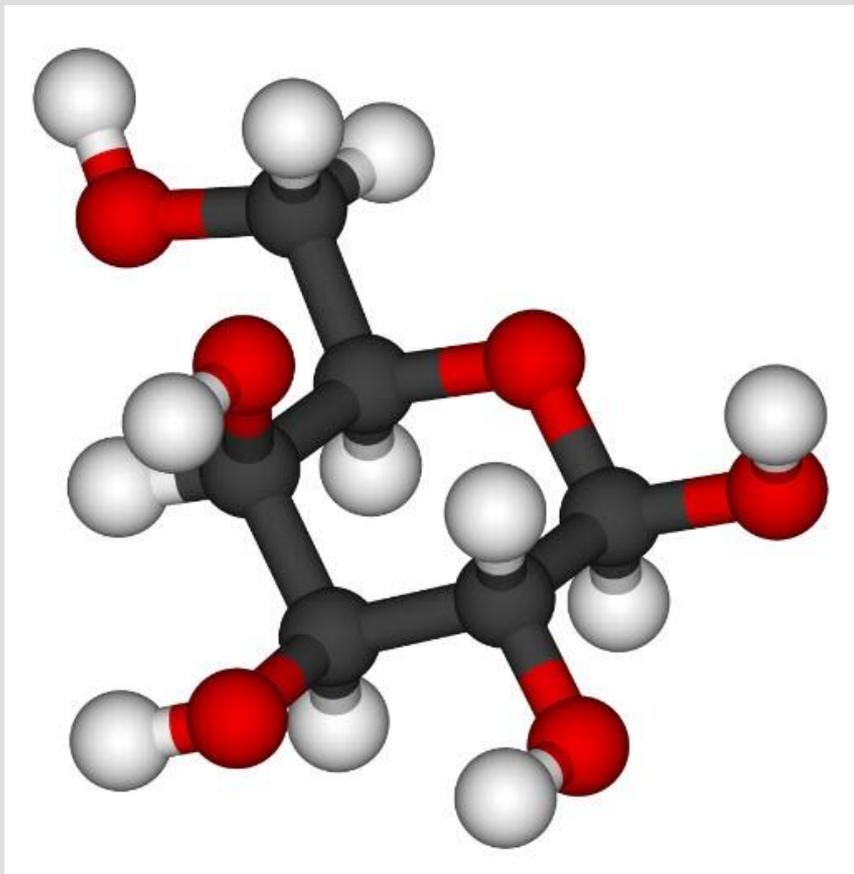


Фруктоза

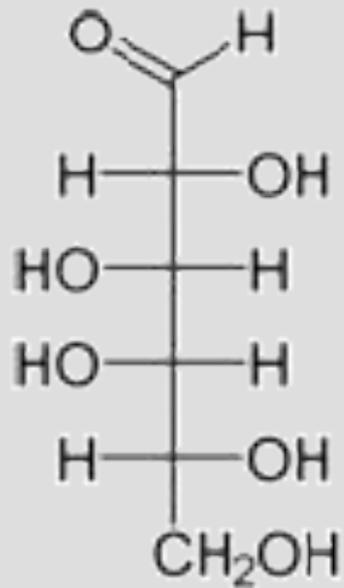


Галактоза $n=6$

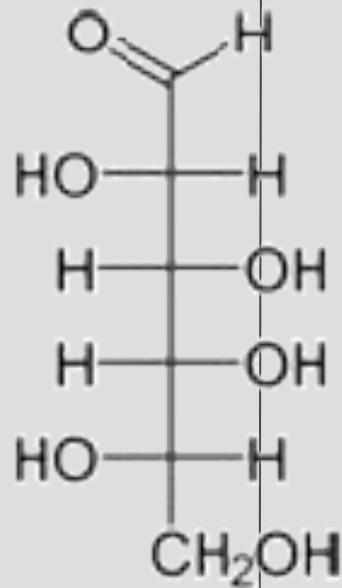
ВХОДИТ В СОСТАВ МОЛОЧНОГО САХАРА



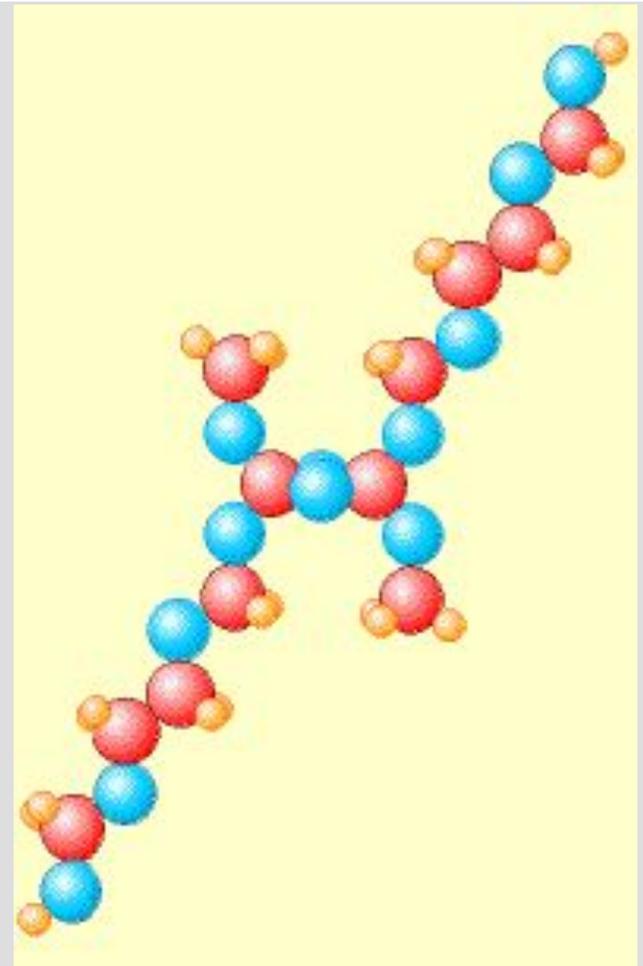
Линейная структура галактозы



D-Galactose



L-Galactose





Frederic P. Miller, Agnes F. Vandome, John
McBrewster (Ed.)

Galactose

Carbohydrate, Sweetness, Glucose, Sugar substitute, Food
energy, Polymer, Hemicellulose,
Hydrolysis, Monosaccharide, Lactose, Dairy product



OZON.RU

Галактоза



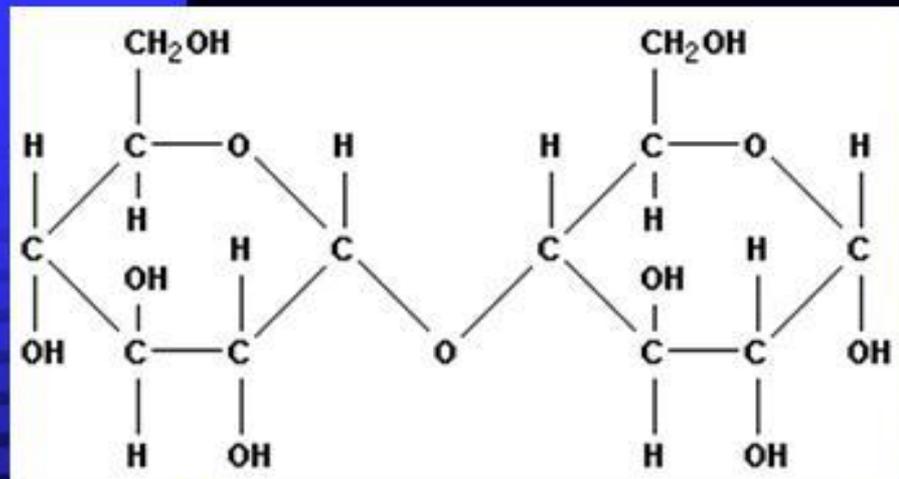
Дисахариды

Молекулы **дисахаридов** состоят из двух остатков моносахаридов, соединённых друг с другом за счёт взаимодействия гидроксильных групп .

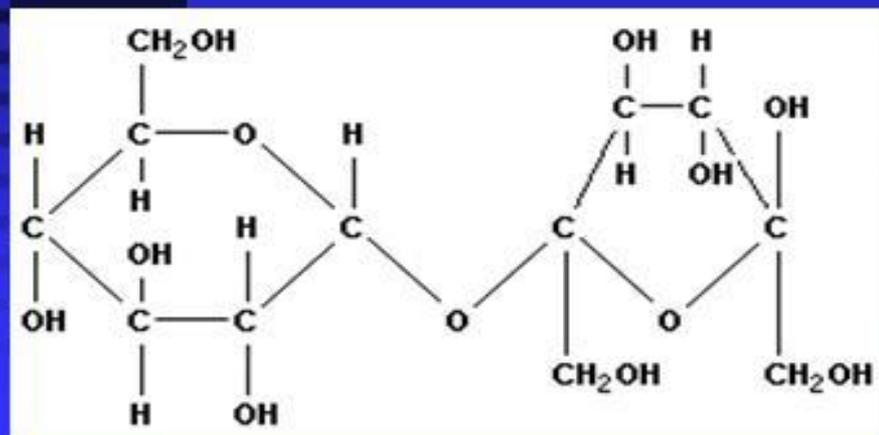
Общая формула дисахаридов, как правило, $C_{12}H_{22}O_{11}$.

При гидролизе расщепляются на две молекулы моносахаридов.

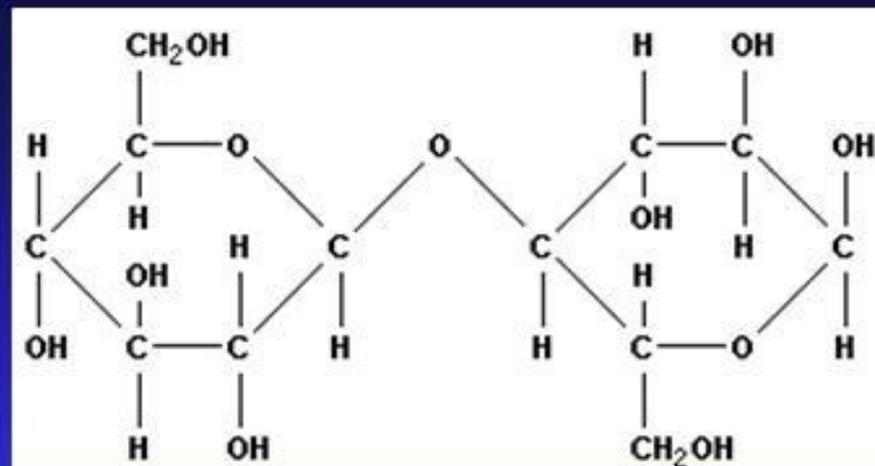
Дисахариды



Лактоза

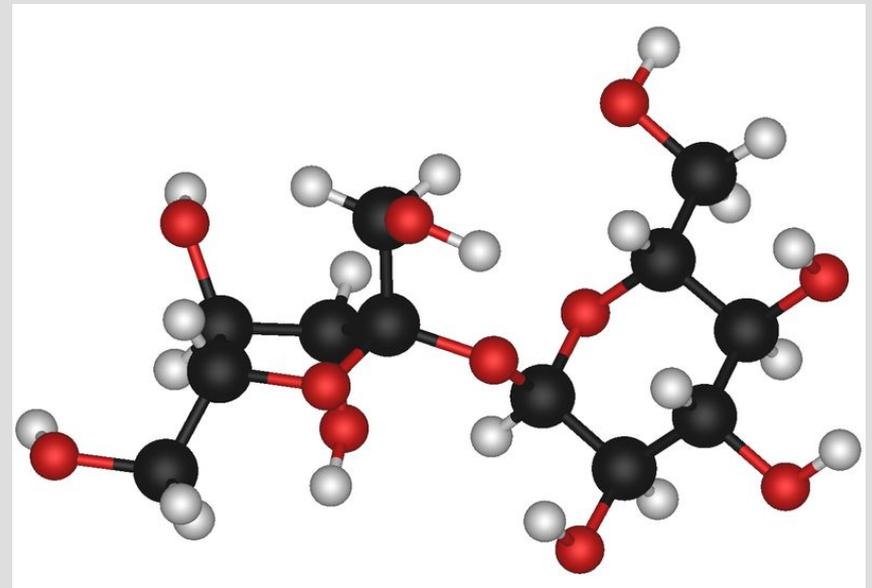
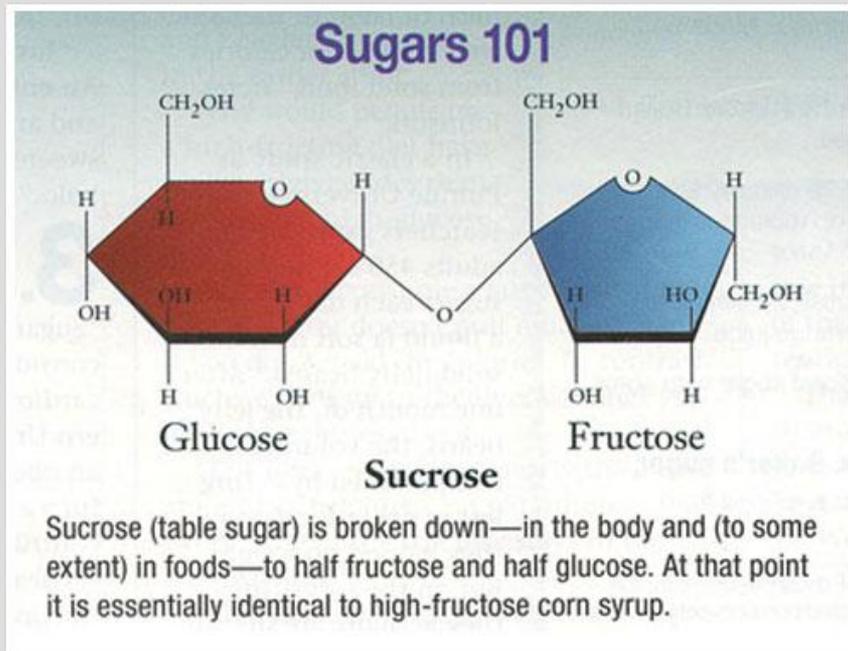


Мальтоза



Сахароза

Дисахарид – сахароза состоит из глюкозы и фруктозы



Источники сахарозы

Сахарная свекла

Сахарный тростник



Мед содержит как моносахариды, так и сахарозу



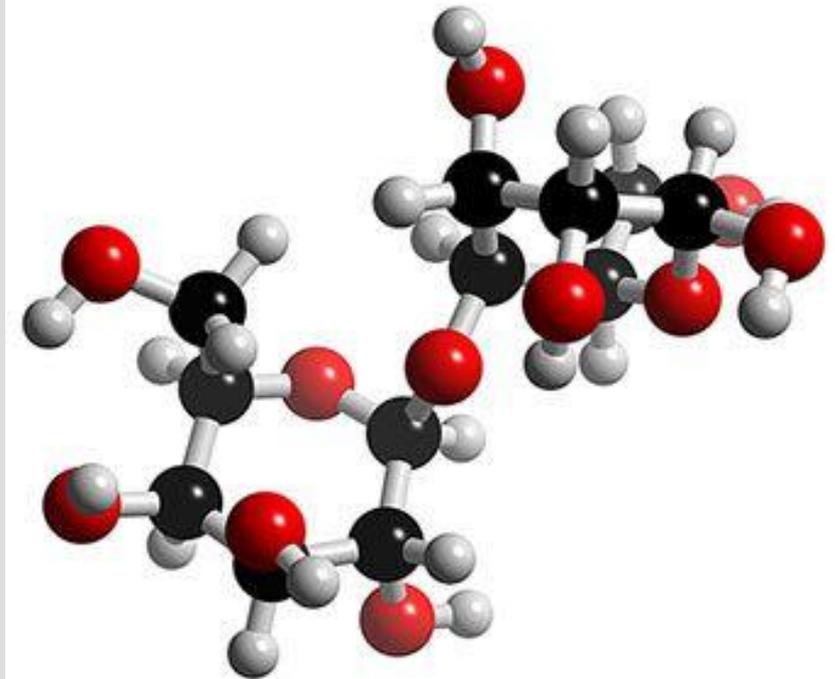
Содержат моносахариды и сахарозу



Дисахарид - сахароза



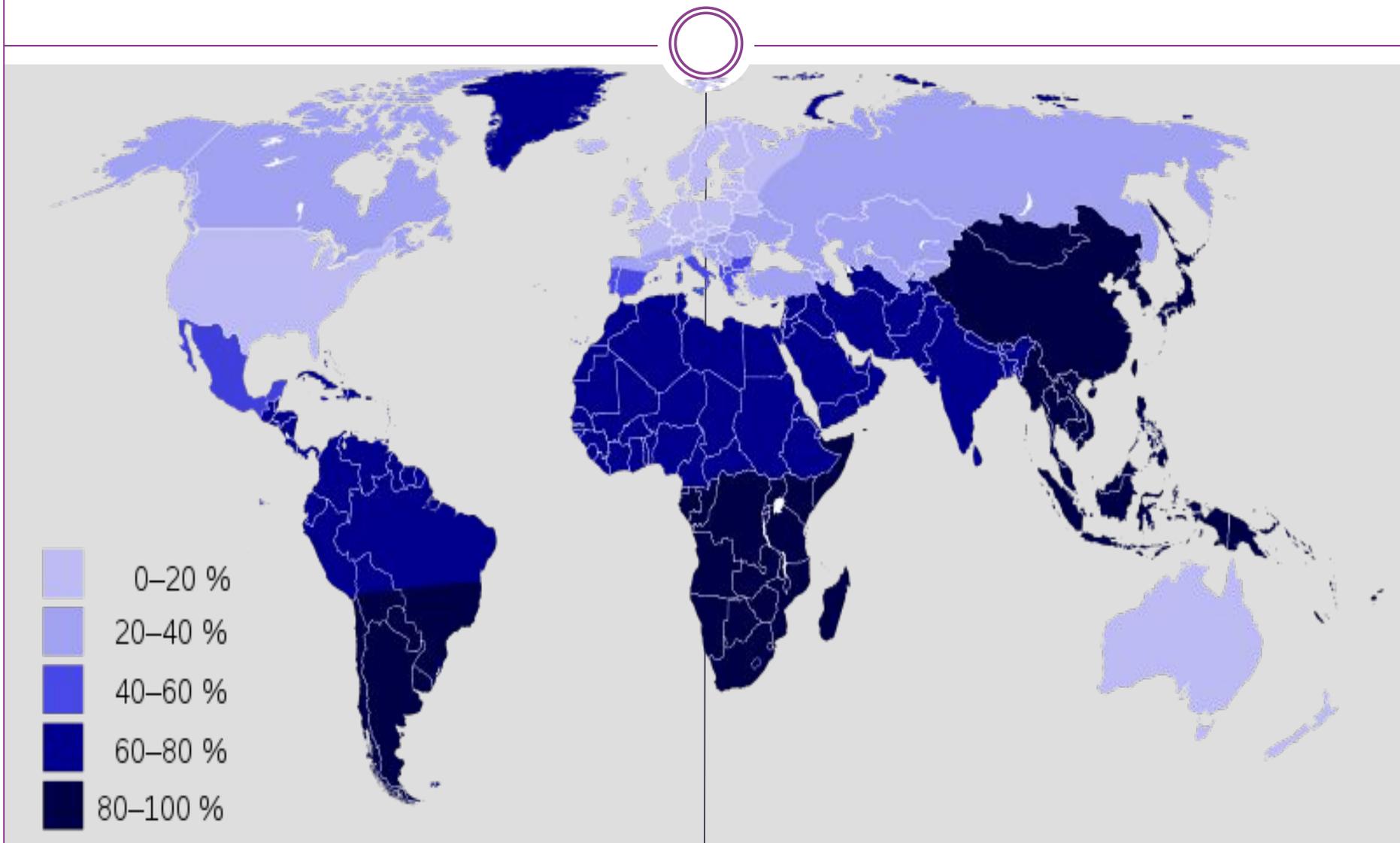
Лактоза-дисахарид состоит из ГЛЮКОЗЫ И ГАЛАКТОЗЫ



Лактоза – молочный сахар, содержится в молоке, кефире, сырах



Непереносимость лактозы (гиполактазия)

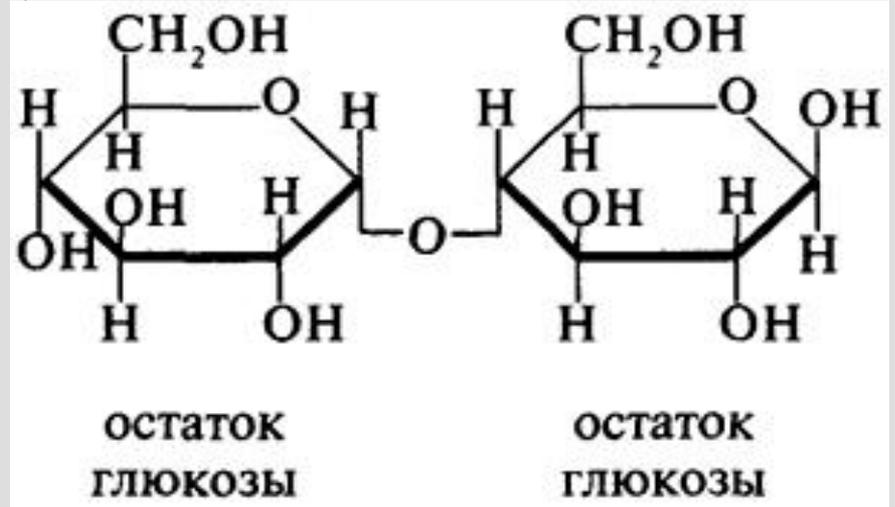
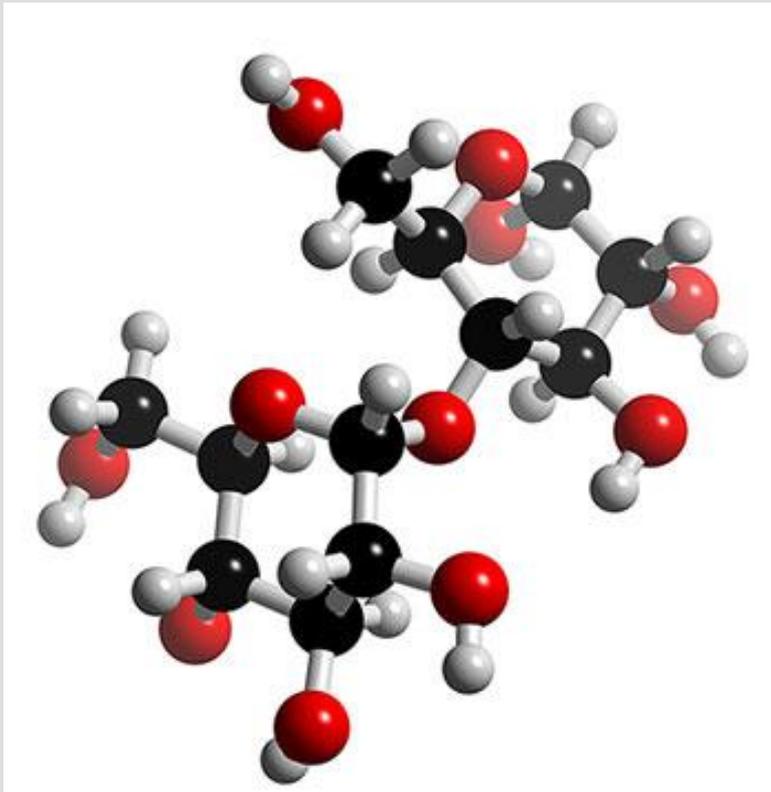


Гиполактазия

- термин для описания патологических состояний, вызванных снижением уровня **лактазы — фермента**, необходимого для правильного переваривания лактозы

● Переносимость молока появилась с распространением **гена толерантности к лактозе**. Известно, что данный ген возник в Северной Европе около 5000 лет до н. э., где в настоящее время имеет наивысшую частоту. Хорошая переносимость молочного сахара дала носителям этого гена преимущества в борьбе за выживание и позволила широко распространиться

Дисарид мальтоза состоит из двух молекул глюкозы

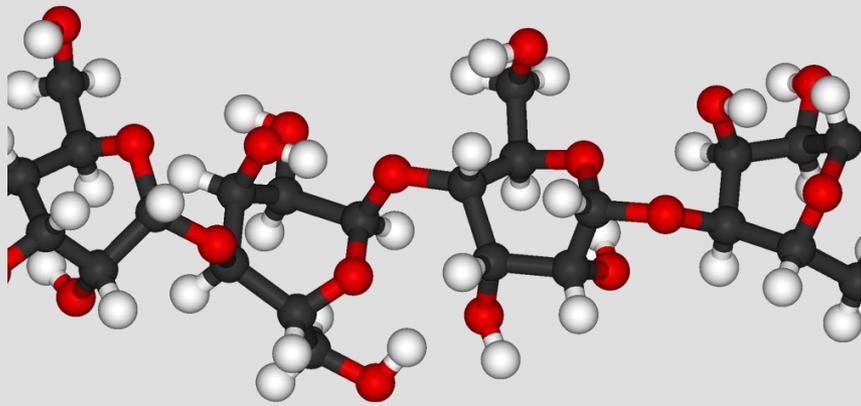


Мальтоза - (от англ. *malt* — солод) — солодовый сахар

Природный дисахарид, состоящий из двух остатков глюкозы; содержится в больших количествах в проросших зёрнах (солоде) ячменя, ржи и других зерновых; обнаружен также в томатах, в пыльце и нектаре ряда растений.



Полисахариды

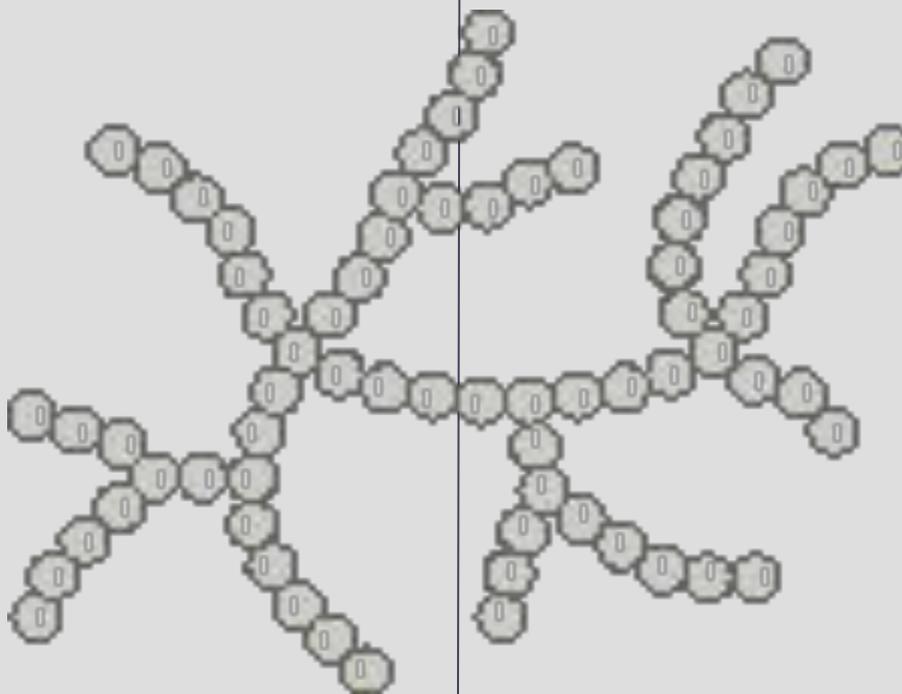


ПОЛИСАХАРИДЫ
КРАХМАЛ и ЦЕЛЛЮЛОЗА
 $(C_6H_{10}O_5)_n$

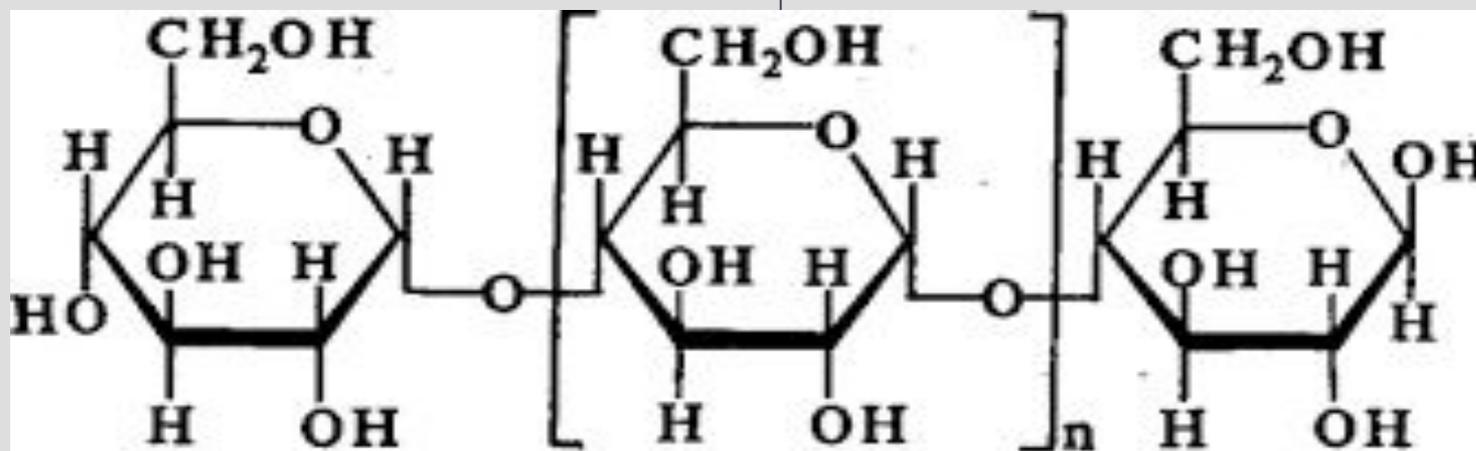


Полисахариды. Крахмал.

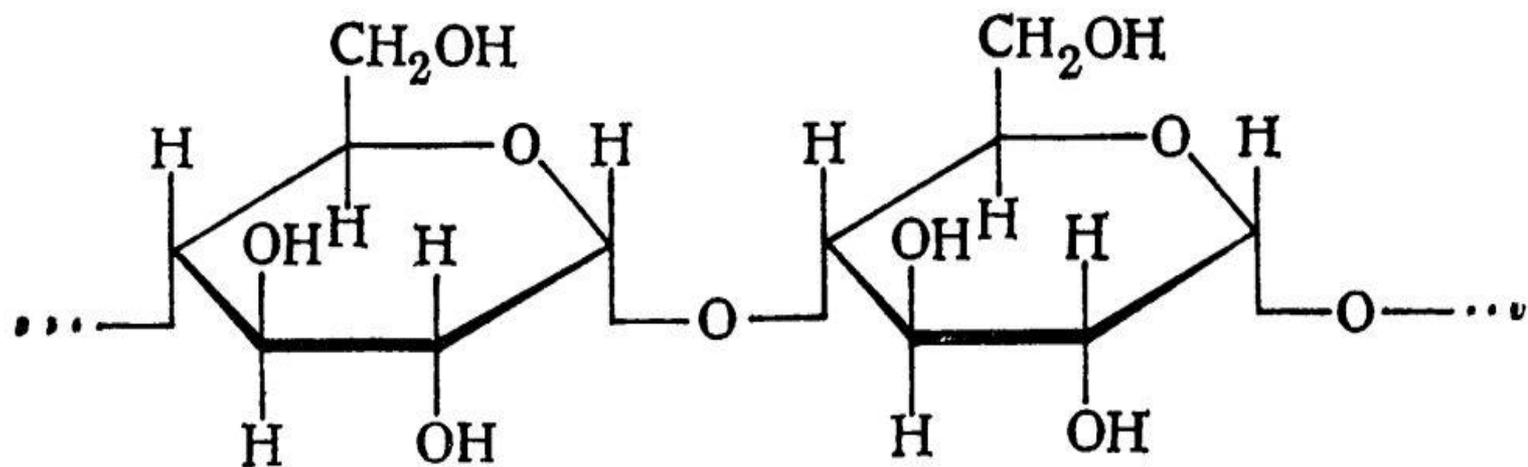
Участок ветвящейся молекулы крахмала,
где каждое звено - ГЛЮКОЗА



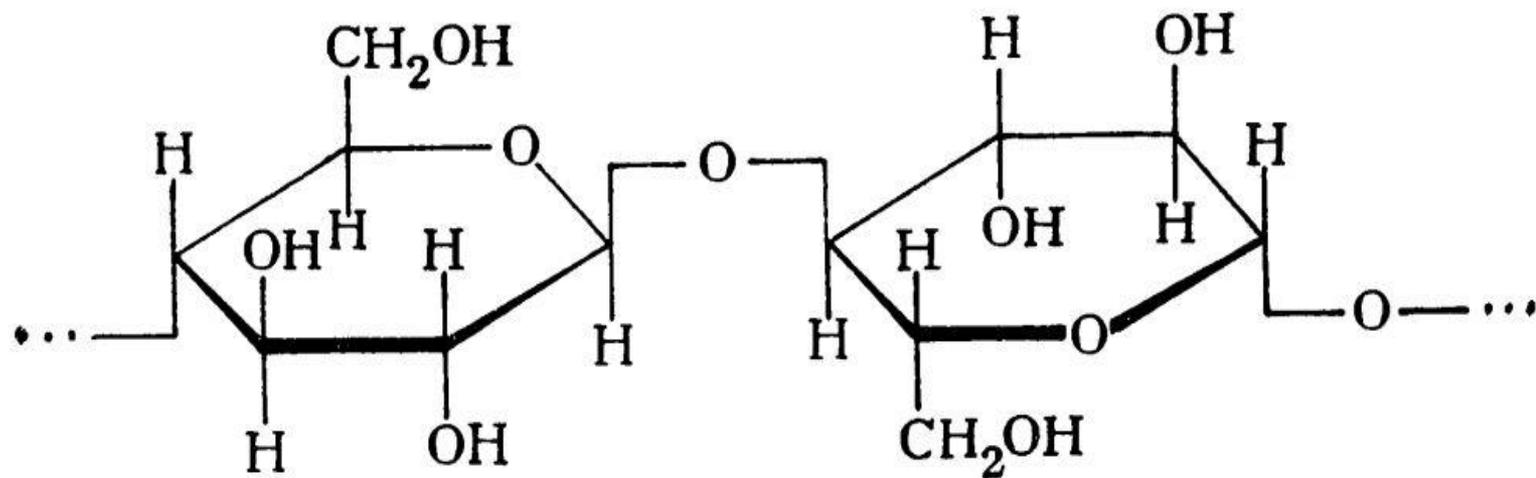
Фрагмент молекулы крахмала



крахмал

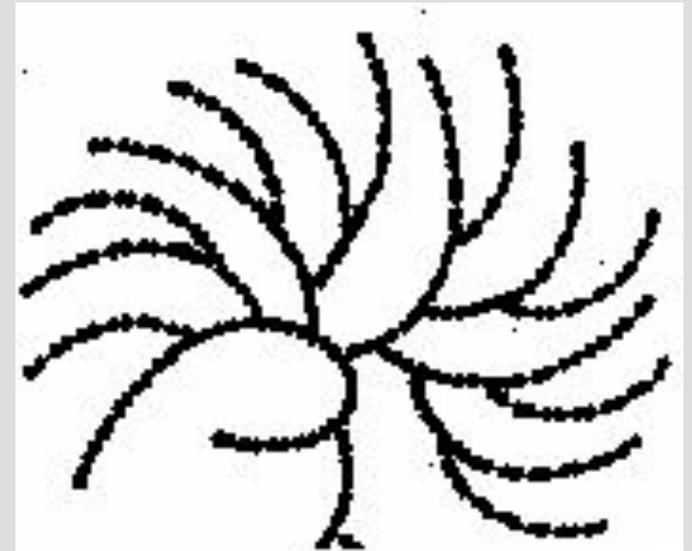
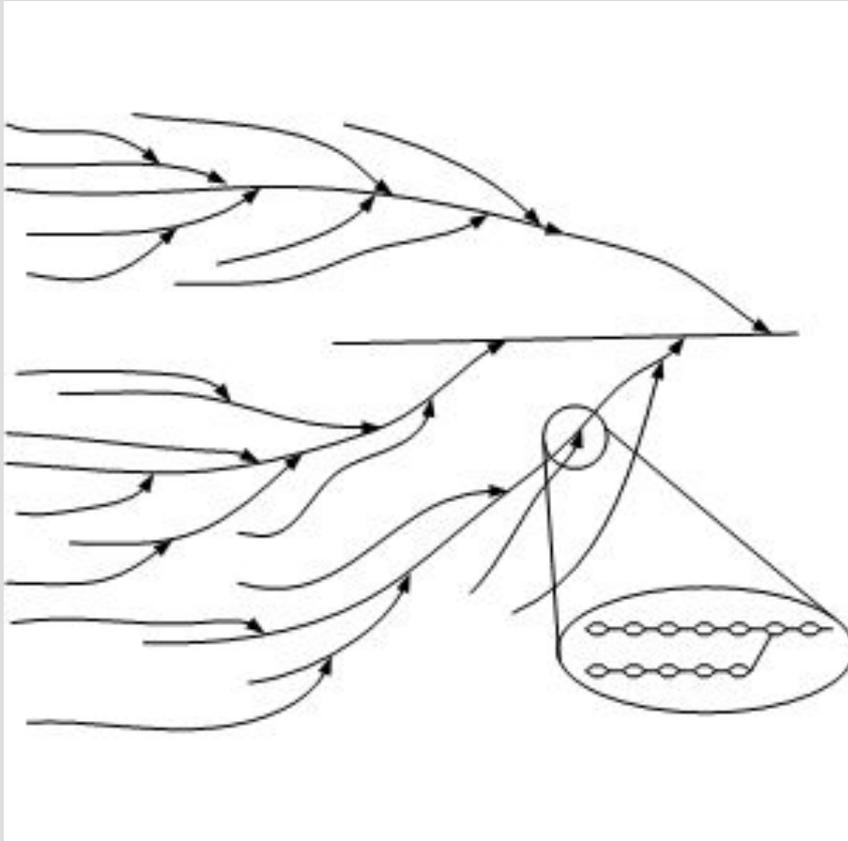


фрагмент молекулы крахмала

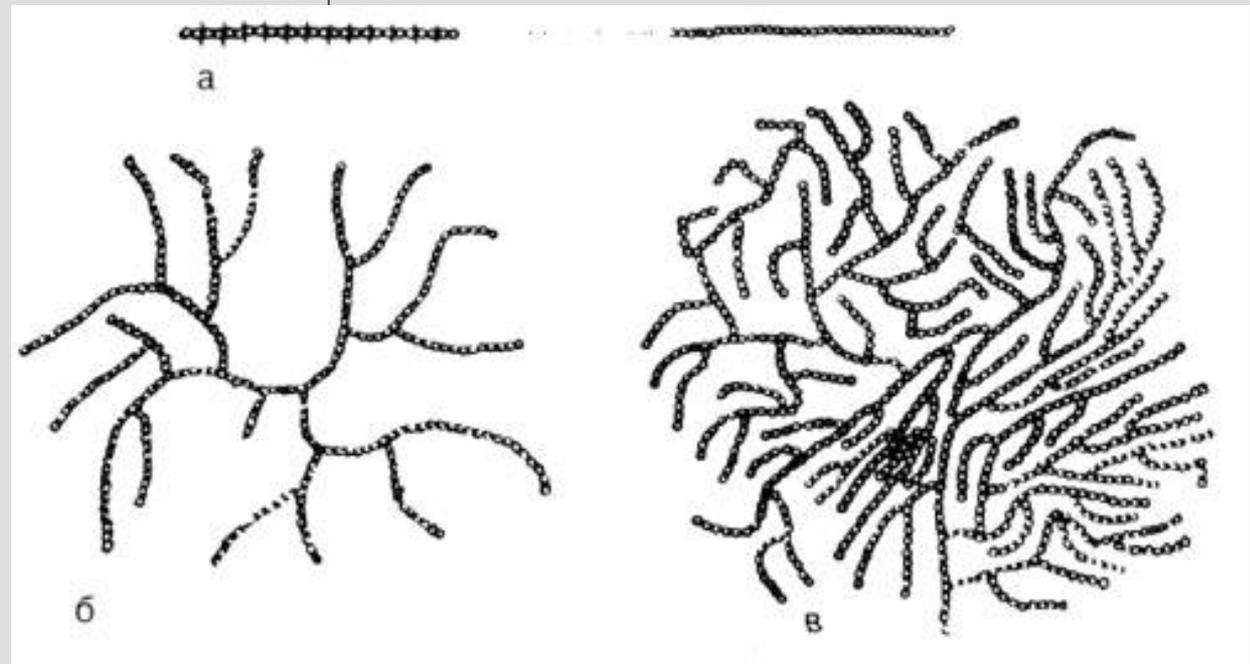


фрагмент молекулы целлюлозы

Структура молекулы крахмала – ветвистая



Амилопектин и гликоген



Содержание крахмала



Крахмал



- Крахмал в качестве резервного питания накапливается в клубнях, плодах, семенах растений. Так, в наиболее часто используемых для производства крахмала растениях:
- клубнях картофеля держится до 24 %
- в зёрнах пшеницы— 64 %,
- риса— 75 %,
- кукурузы — 70 %.

Крахмал



полисахарид, зернистый порошок белого цвета

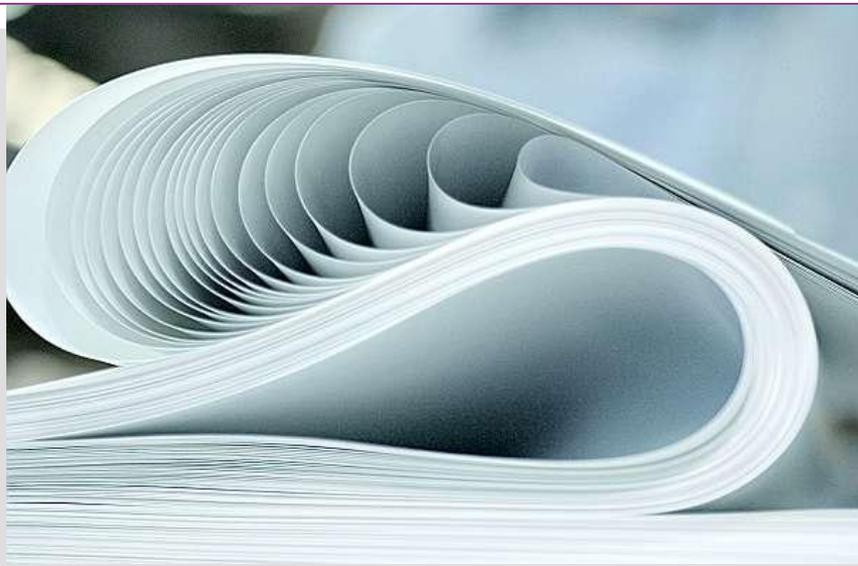
- в отличие от моносахаридов, не обладает сладким вкусом
- нерастворим в холодной воде
- набухает в горячей воде, образуя коллоидный раствор - клейстер
- используется в пищевой промышленности
- дает синее окрашивание при взаимодействии с йодом – индикатором. Эту реакцию открыли в 1814 году Жан-Жак Колен и Анри-Франсуа Готье де Клобри.

● при сжатии скрипит

● Биосинтез $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow$

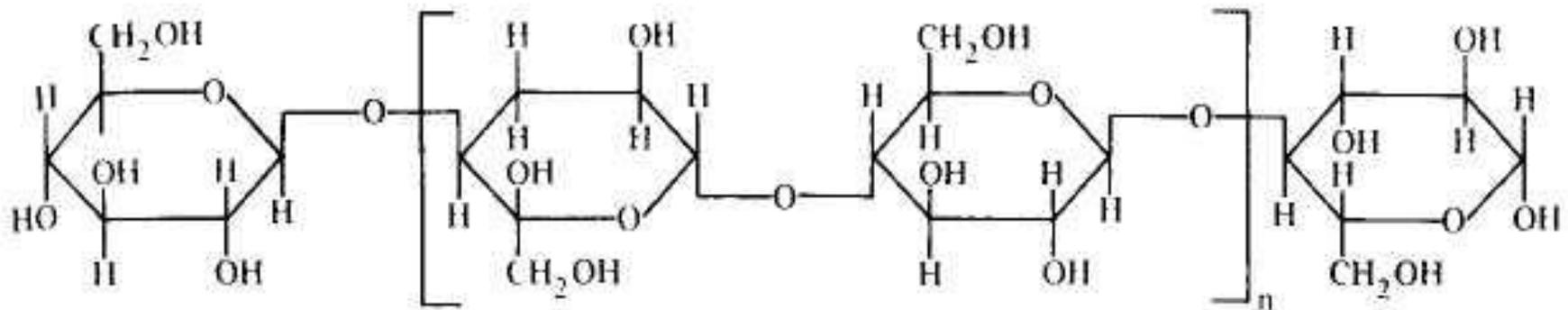
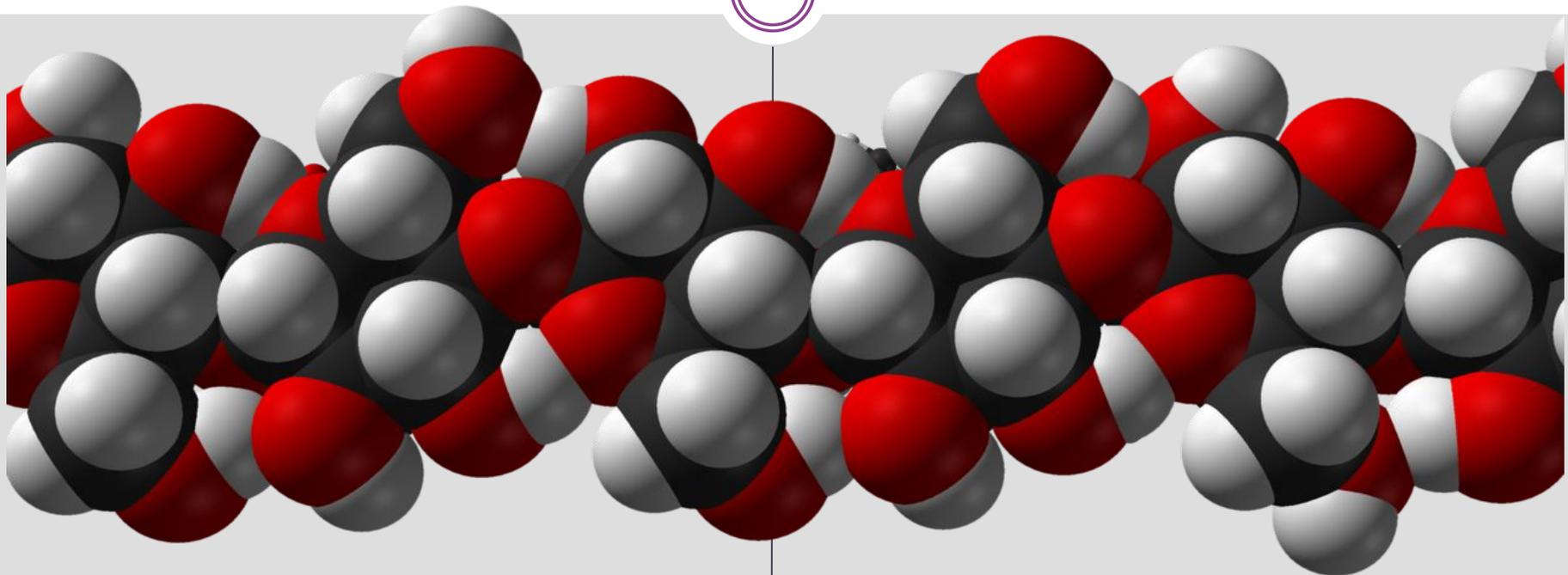


Полисахарид -целлюлоза



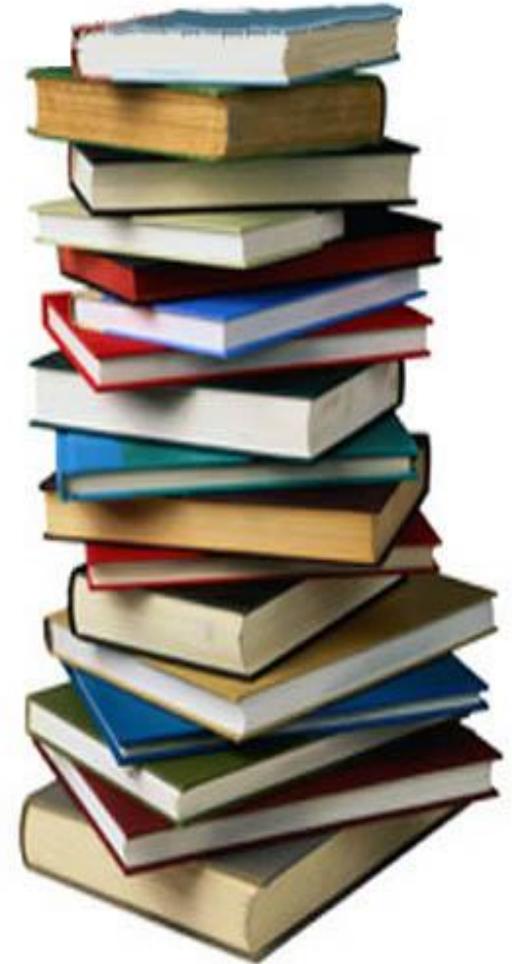
Целлюло́за (фр. *cellulose* от лат. *cellula* — «клетка, клетушка») — углевод, полимер с формулой $(C_6H_{10}O_5)_n$, белое твёрдое вещество, нерастворимое в воде, молекула имеет линейное (полимерное) строение, структурная единица — остаток β -глюкозы $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$. Полисахарид, главная составная часть клеточных оболочек всех высших растений. Целлюлоза была обнаружена и описана французским химиком **Ансельмом Пайеном в 1838 году.**

Фрагмент молекулы целлюлозы



Целлюлоза

- **Физические свойства:**
- белое твердое, стойкое вещество, не разрушается при нагревании (до 200 °С). Является горючим веществом, температура воспламенения 275 °С, температура самовоспламенения 420 °С (хлопковая целлюлоза). Не растворима в воде и слабых кислотах.
- 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, при сохранении эластичности.**
- Зарегистрирована в качестве пищевой добавки **E460.**



Химические свойства

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



Серная кислота с йодом, благодаря гидролизу, окрашивают целлюлозу в **синий цвет**. Один же йод — только **в коричневый**.

Древесная целлюлоза используется для производства бумаги, лаков, кино- и фотоплёнок, бездымного пороха, пластмасс.

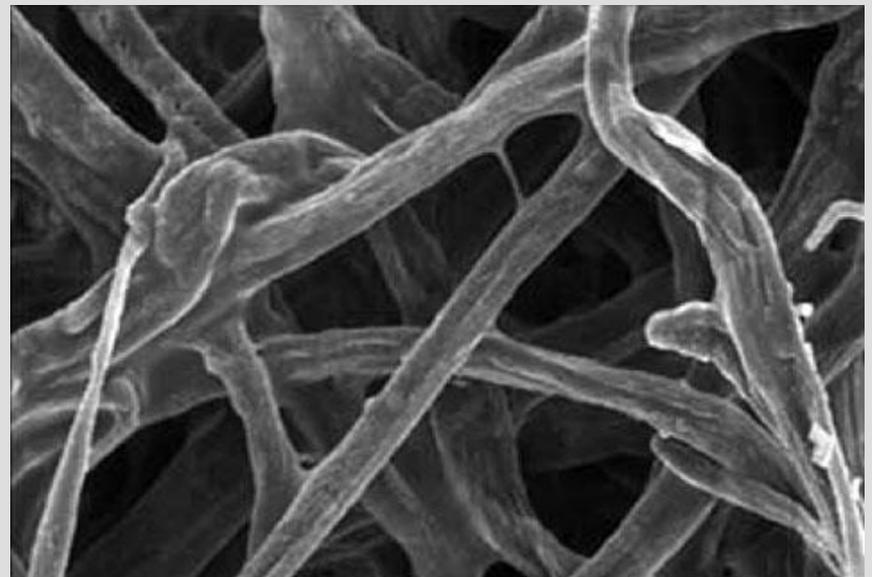
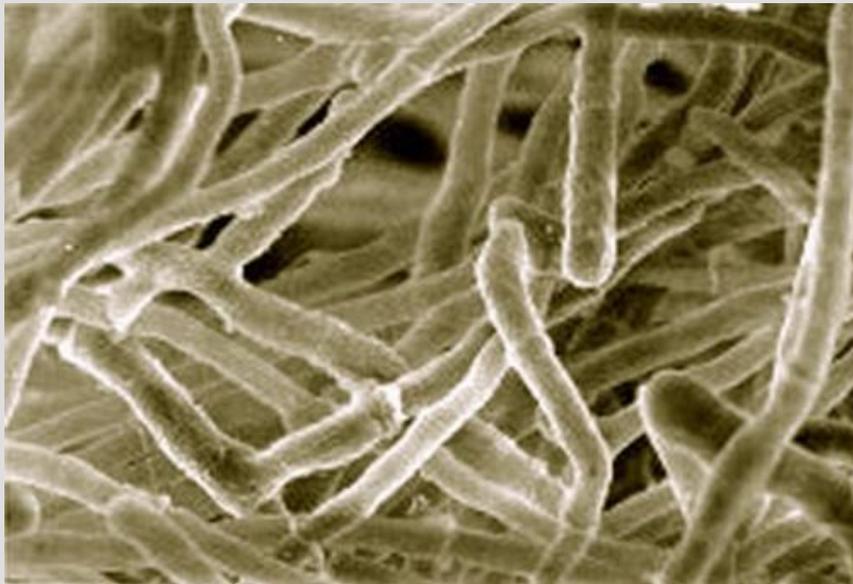
Промышленным методом целлюлозу получают методом **варки щепы** на целлюлозных заводах, По типу применяемых реагентов различают следующие способы варки целлюлозы:

- при помощи **сернистой кислоты и её соли**, применяется для получения целлюлозы из малосмолистых пород древесины: ели, пихты.
- **раствора гидроксида натрия**, из лиственных пород древесины и однолетних растений.
- **раствора гидроксида и сульфида натрия**, из любого вида растительного сырья

Целлюлоза



Целлюлоза является одним из основных компонентов клеточных стенок растений, хлопковые волокна, окружающие семена хлопчатника, состоят из целлюлозы более чем на 90%.



Клетчатка – целлюлоза



Клетчатка – целлюлоза



Хозяйственное значение целлюлозы



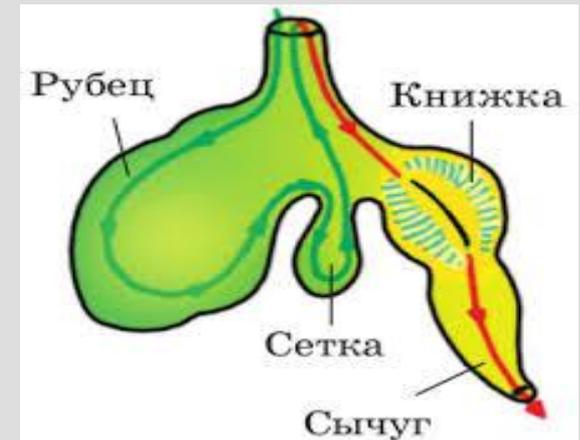
Древесина



Высшие животные не в состоянии усваивать целлюлозу, так как не обладают разлагающим ее ферментом. Однако улитки, гусеницы и черви, содержащие ферменты **целлобиазу и целлюлазу**, способны расщеплять (и тем самым утилизировать) содержащие целлюлозу растительные остатки.



У некоторых травоядных (жвачных) есть **бактерии-симбионты**, которые расщепляют и помогают усваивать полисахарид.



Клетчатка состоит из целлюлозы



Клетчатка входит в состав отрубей



КЛЕТЧАТКА - самая грубая часть растения.



- Это сплетение растительных волокон, из которых состоят листья капусты, кожура бобовых, фруктов, овощей, а также семян. Диетическая клетчатка – сложная форма углеводов, расщепить которую наша пищеварительная система не в состоянии. Возникает резонный вопрос: зачем тогда клетчатка нужна? Оказывается, это один из важнейших элементов питания человека.
- **Диетическая клетчатка сокращает время пребывания пищи в желудочно-кишечном тракте.** Чем дольше пища задерживается в пищевом тракте, тем больше времени требуется для ее выведения. Диетическая клетчатка ускоряет этот процесс и одновременно способствует очищению организма.
- Когда результаты исследований показали, что мы были бы гораздо здоровее и жили бы дольше, если бы употребляли грубую пищу,
- **Клетчатка представлена разными видами, и эти виды выполняют разные функции.**

ВИДЫ КЛЕТЧАТКИ



Целлюлоза. Присутствует в непросеянной пшеничной муке, отрубях, капусте, молодом горохе, зеленых и восковидных бобах, брокколи, брюссельской капусте, в огуречной кожуре, перцах, яблоках, моркови.

Гемицеллюлоза. Содержится в отрубях, злаковых, неочищенном зерне, свекле, брюссельской капусте, зеленых побегах горчицы.

Целлюлоза и гемицеллюлоза впитывают воду, облегчая деятельность толстой кишки. В сущности, они «придают объем» отходам и быстрее продвигают их по толстому кишечнику. Это не только предотвращает возникновение запоров, но и защищает от дивертикулеза, спазматического колита, геморроя, рака толстой кишки и варикозного расширения вен.

Лигнин. Данный тип встречается в злаковых, в отрубях, лежалых овощах (при хранении овощей содержание лигнина в них увеличивается, и они хуже усваиваются), а также в баклажанах, зеленых бобах, клубнике, горохе, редисе.

- Лигнин связывается с желчными кислотами, *способствуя снижению уровня холестерина, и ускоряет прохождение пищи через кишечник.*

ВИДЫ КЛЕТЧАТКИ

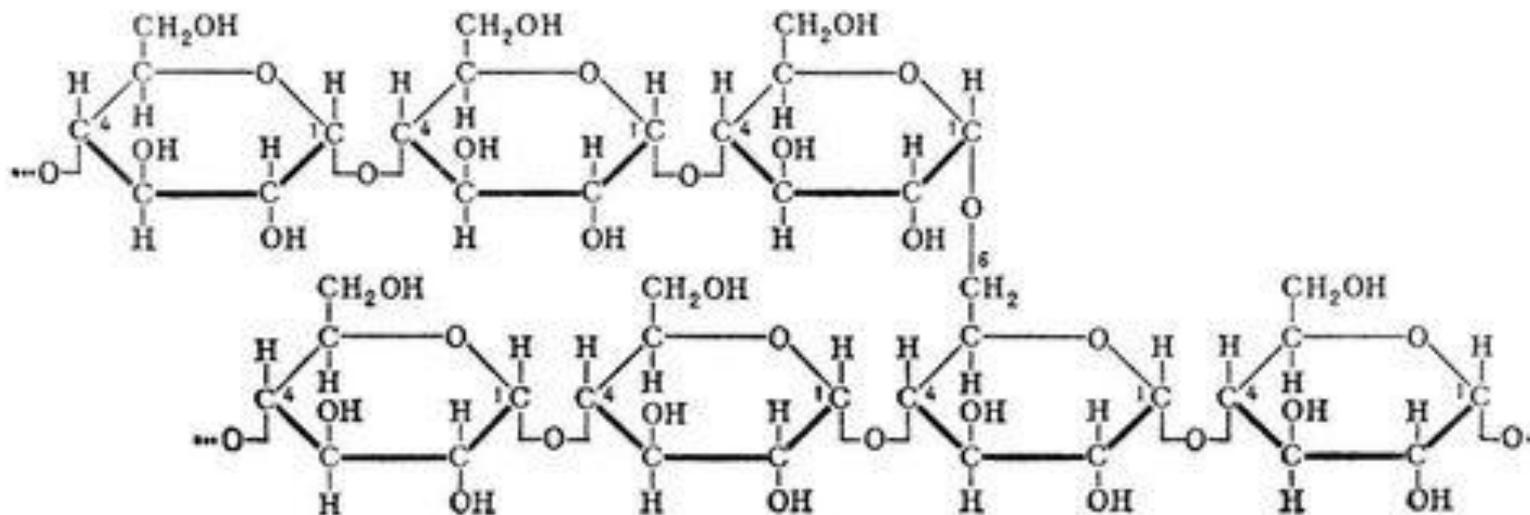


- **Камеди.** Содержатся в овсяной каше и других продуктах из овса, в сушеных бобах.
- **Пектин.** Присутствует в яблоках, цитрусовых, моркови, цветной и кочанной капусте, сушеном горохе, зеленых бобах, картофеле, землянике, клубнике, фруктовых напитках.
- Камеди и пектин влияют на процессы всасывания в желудке и тонком кишечнике. Связываясь с желчными кислотами, они уменьшают всасывание жира и снижают уровень холестерина. Задерживают опорожнение желудка и, обволакивая кишечник, замедляют всасывание сахара после приема пищи, что полезно для диабетиков, так как снижает необходимую дозу инсулина.

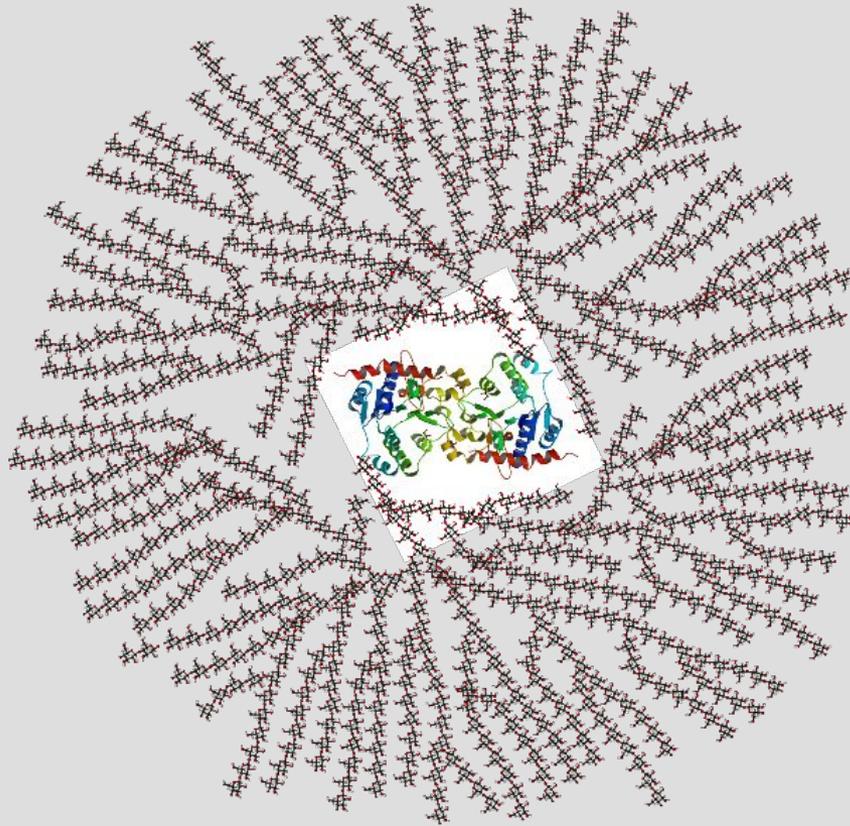
Гликоген

- $(C_6H_{10}O_5)_n$, полисахарид, образованный остатками альфа-глюкозы.

Участок молекулы гликогена

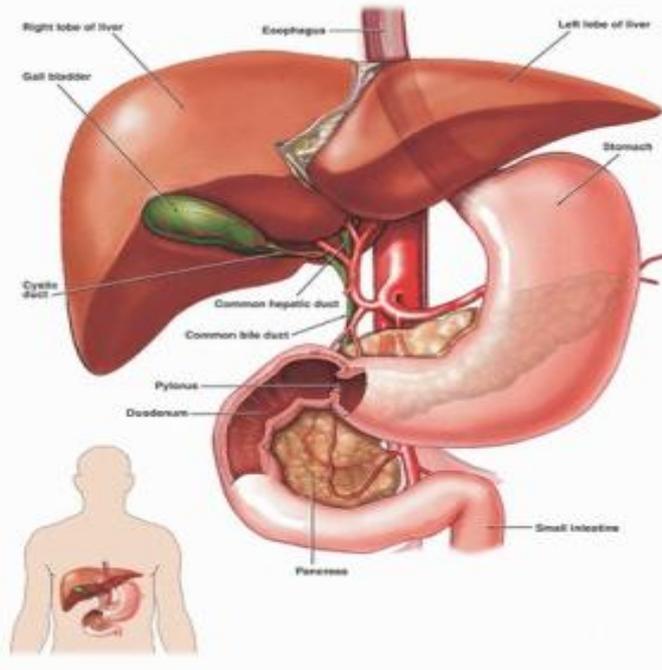


Гликоген



- Гликоген является основной формой хранения глюкозы в животных клетках. Откладывается в виде гранул в цитоплазме во многих типах клеток (главным образом печени и мышц).

Гликоген накапливается в мышцах (5%) и печени (95%)



Общая масса гликогена в клетках печени (гепатоцитах) может достигать 100—120 граммов у взрослых. При недостатке в организме глюкозы гликоген под воздействием ферментов расщепляется до глюкозы, которая поступает в кровь.

- В мышцах гликоген перерабатывается в глюкозу исключительно для локального потребления и накапливается в гораздо меньших концентрациях (не более 1 % от общей массы мышц), в то же время его общий мышечный запас может превышать запас, накопленный в гепатоцитах.



Хитин. Распространение в природе



- **Хитин** — один из наиболее распространённых в природе гомополисахаридов — каждый год на Земле в живых организмах образуется и разлагается около 10 гигатонн хитина.
- Главный компонент **экзоскелета** членистоногих.
- Также хитин образуется в организмах многих других животных — разнообразных червей, кишечнополостных и т. д.
- Выполняет **защитную и опорную функции**, обеспечивая жёсткость клеток — содержится в клеточных стенках грибов

Хитин. Распространение в природе. Хитиновый покров Членистоногих



Жук Скарабей



Хитин. Физические свойства

Жесткий, полупрозрачный



- **ХИТИН**- вещество, которое получают из крыльев майского жука. При помощи обработки **ХИТИНА** раствором щелочи получают хитозан, который активно применяется в косметологии.

Хитиновый покров Членистоногих. Линька



Хитин. Распространение в природе

● Несмотря на то, что хитин является веществом, очень близким по строению, физико-химическим свойствам и биологической роли к целлюлозе, в организмах, образующих целлюлозу (растения, некоторые бактерии) хитин найти не удалось.



Гетерополисахарид-муреин образует оболочки бактерий

- Химический состав бактериальной оболочки неоднороден.

- В него входят полисахариды, липоиды, аминокислоты и др.

- Главным и специфичным для клеточной стенки компонентом является **муреин**, или *пептидогликан*

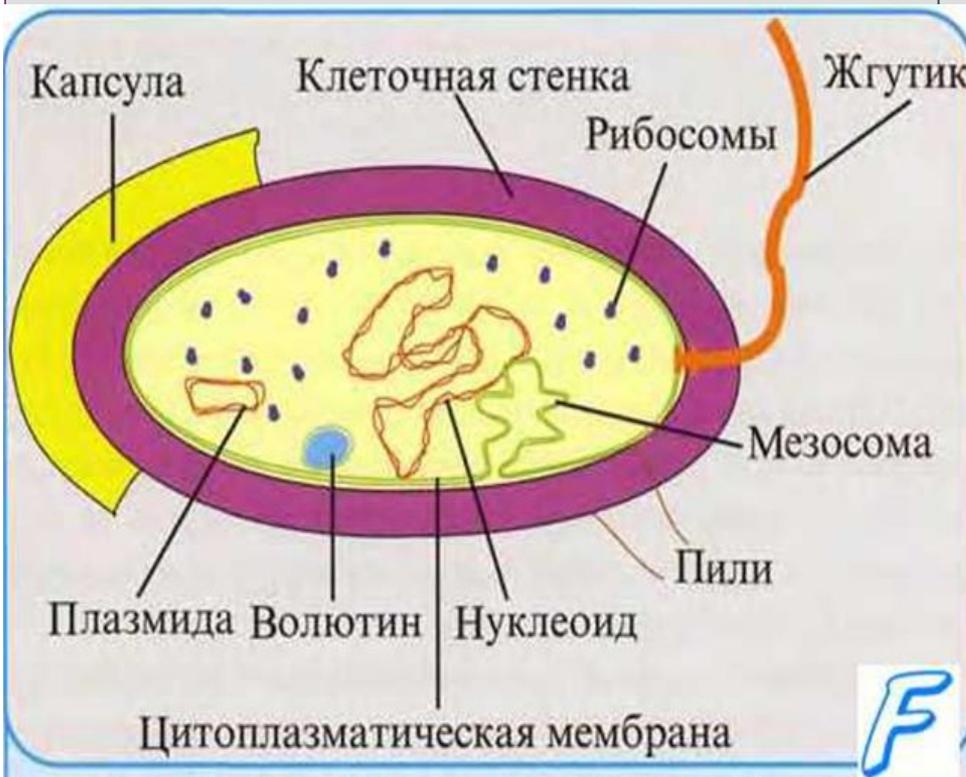


Рис. 3.4. Схема строения бактериальной клетки

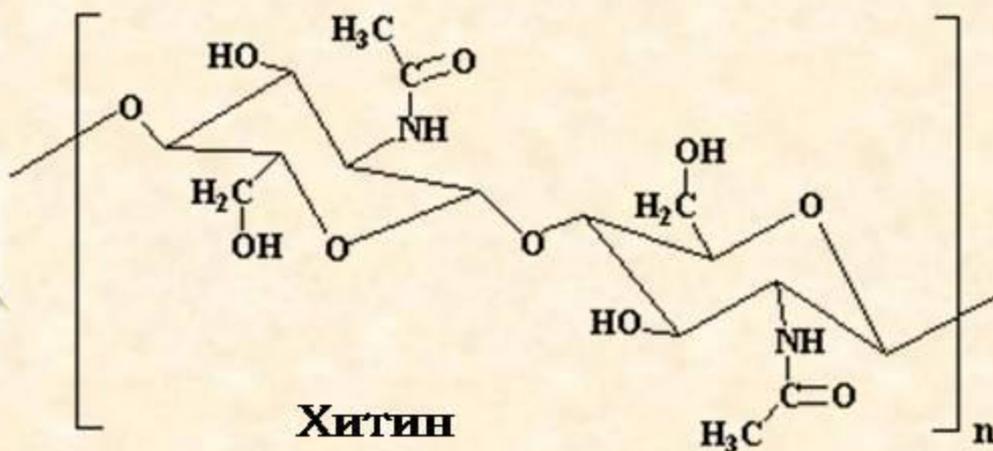
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ УГЛЕВОДОВ

1. **Энергетическая** – углеводы служат источником энергии для организма. При окислении **1 г углеводов выделяется 17,6 кДж (4,2 ккал) энергии**. Следует отметить, что сахара являются главным источником быстро мобилизуемой энергии, так как в процессе пищеварения они легко переводятся в форму, пригодную для удовлетворения энергетических потребностей клеток.



Чай с сахаром

2. **Строительная** – целлюлоза входит в состав клеточных стенок растений, хитин обнаруживается в клеточной стенке грибов и в наружном скелете членистоногих, гликопротеиды – соединения углеводов с белками входят в состав хрящевой и костной ткани животных.

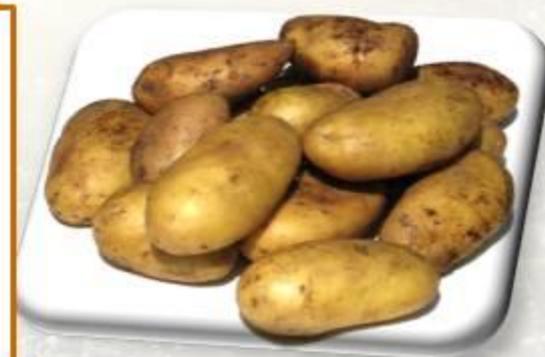


Биологические функции углеводов

3. *Запасающая* – выражается в том, что крахмал накапливается клетками растений, а гликоген – клетками животных. Эти вещества служат для клеток и организмов источником глюкозы, которая легко высвобождается по мере необходимости.



← печень



Гепарин

4. *Защитная* – гепарин – ингибитор свертывания крови; слизи, выделяемые различными железами и богатые углеводами, предохраняют пищевод, кишечник, желудок, бронхи от механических повреждений, препятствуют проникновению в организм бактерий и вирусов; камеди, выделяющиеся в местах повреждения стволов и ветвей, защищают деревья и кустарники от проникновения инфекций через раны.

Защитная функция углеводов

Слизи имеют важную защитную функцию в организмах животных

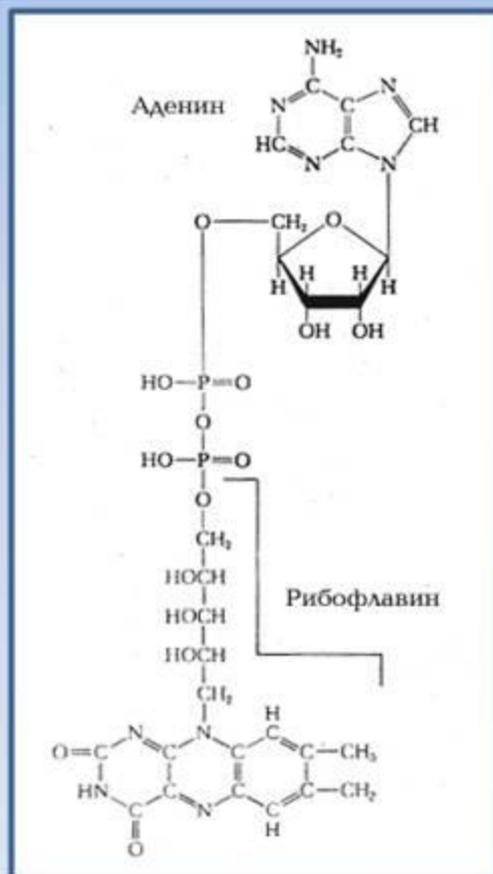


Камедь является главным компонентом *экссудатов* в выделяемых растениями при механических повреждениях коры.

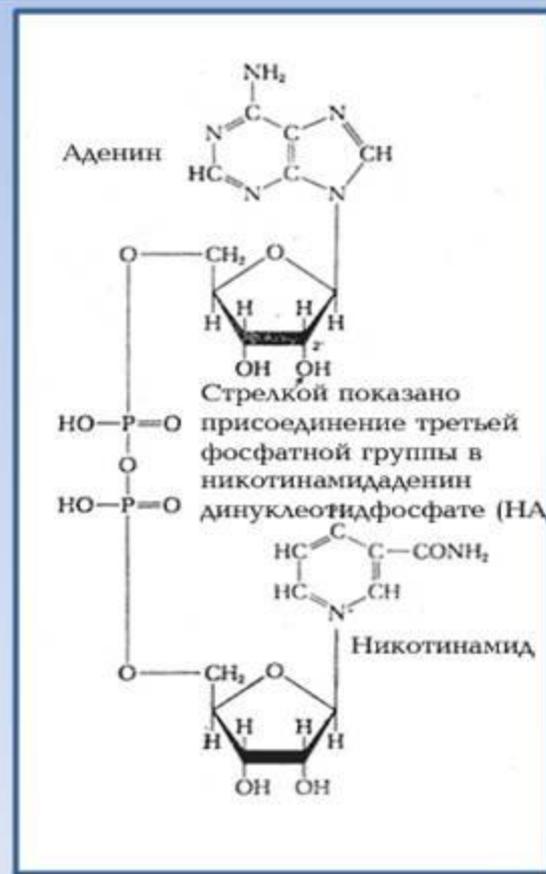


БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ УГЛЕВОДОВ

5. Составная часть жизненно важных веществ – входят вместе с белками в состав ферментов, входят в состав ДНК, РНК, АТФ, участвуют в синтезе коферментов НАД⁺, НАДФ⁺, ФАД⁺.



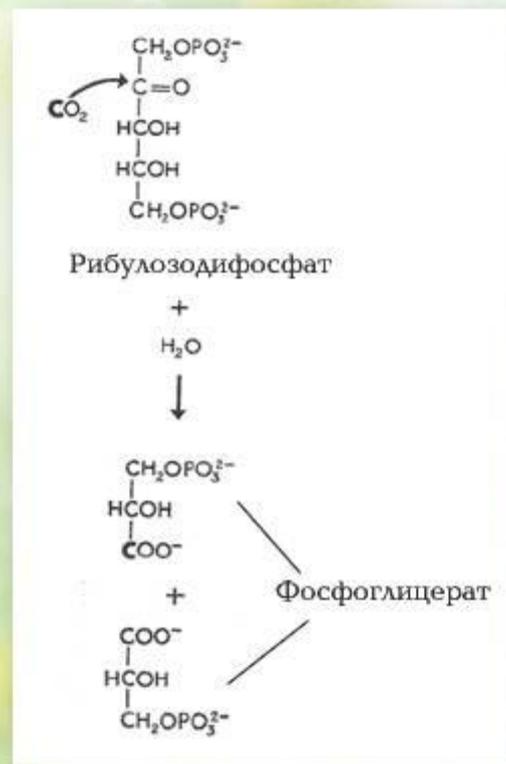
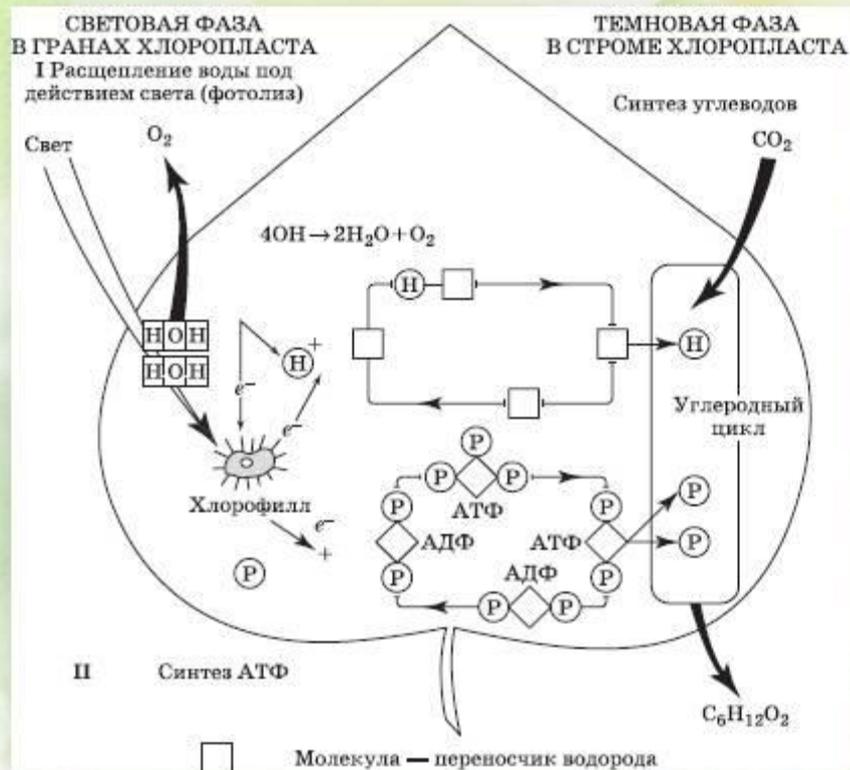
Флавинадениндинуклеотид (ФАД)



Никотинададениндинуклеотид (НАД)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ УГЛЕВОДОВ

Участие в фиксации углерода – рибулозобифосфат является непосредственным акцептором углекислого газа в темновой фазе фотосинтеза.



Фиксация CO_2 в темновой фазе фотосинтеза



Пищевая и кондитерская промышленность
(крахмал, сахароза, агар, пектиновые вещества)



Получение этилового спирта, глицерина и т.д.



Пивоварение



Хлебопечение

брожение

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ УГЛЕВОДОВ



Получение взрывчатых веществ
(нитраты целлюлозы)



Бумажная промышленность
(целлюлоза)

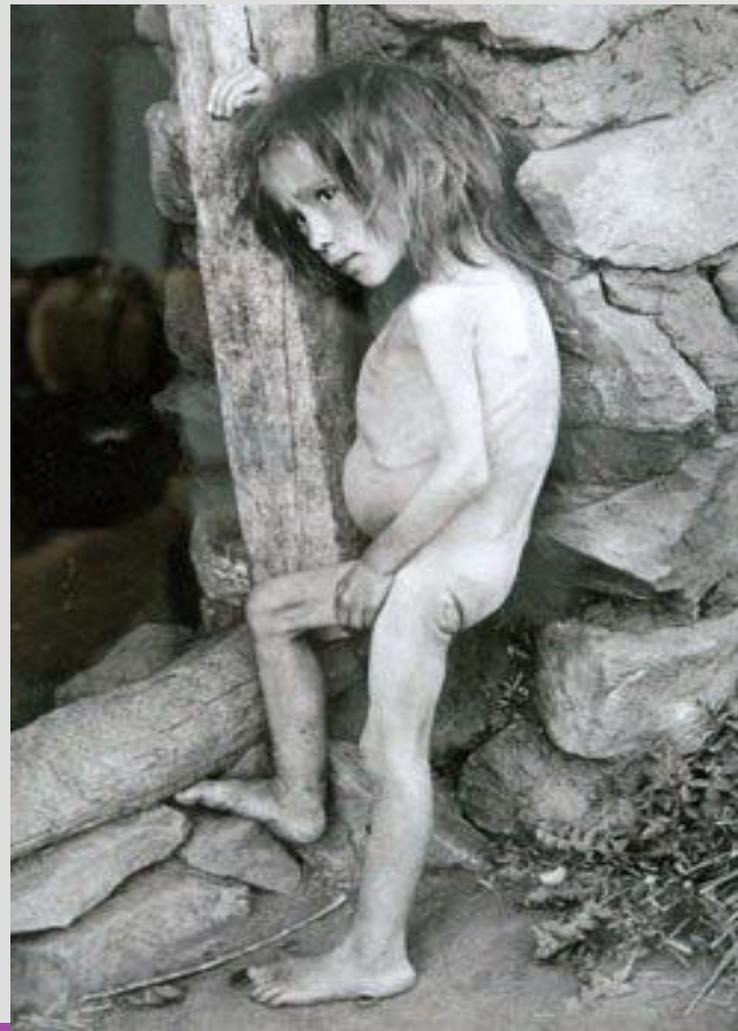


Текстильная промышленность
(целлюлоза)



Медицина
(глюкоза, аскорбиновая кислота, углеводсодержащие антибиотики, гепарин)

В 30-х годах в СССР был голод в сельских районах, повлекший **массовую** гибель сельского населения.



Сейчас. Районы Африки





Домашнее задание

- **Учебник**

Параграф №5, стр 33-39

- **Справочник**

стр. 92-102, таб. 25

- Выписать функции углеводов по уровням организации с приведением примеров

Убрать лишнее понятие

- **Галактоза**
- **Лактоза**
- **Мальтоза**
- **Рибоза**
- **Глюкоза**
- **Фруктоза**
- **Гликоген**
- **Крахмал**
- **Муреин**
- **Фруктоза**
- **Лактоза**
- **Хитин**

На основании каких признаков объединили эти сахара

- **Сахароза**
- **Лактоза**
- **Мальтоза**
- **Крахмал**
- **Гликоген**
- **Хитин**
- **Муреин**
- **Гепарин**
- **Муцины**
- **Амилопектин**
- **Гликоген**
- **Крахмал**

Вставить пропущенное понятие

● Глюкоза → _____ →
гликоген

● Гликоген _____ →
глюкоза

Ансельм Пайен в 1838 г
открыл _____

Реакцию _____ открыли
в 1814 г Жан-Жак Колен и
Анри Готье де Клобри.

При гидролизе _____
расщепляются на две
молекулы моносахаридов

Дать определение понятию

- Гепарин
- Камедь
- Пептидогликан
- Гепатоциты
- Гиполактазия
- Целобиаза
- Гликокаликс
- Полимер
- Олигосахарид
- Монополисахарид