

УГЛЕВОДЫ

Урок в 10 классе

1. Биологические полимеры.

Полимеры (от греч. *поли* – много и *мерос* – часть) – гигантские молекулы, образованные многими повторяющимися частями, так называемыми мономерами (от греч. *монос* – один).

Мономеры – это строительные блоки, способные соединяться друг с другом, образуя полимеры, известные также под названием макромолекул (от греч. *макрос* – большой).

К полимерам относятся основные составные элементы живых организмов – полисахариды (крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин), белки и нуклеиновые кислоты. Их называют биологическими полимерами.

1. Биологические полимеры.

**По особенностям
строения**

Регулярные

Нерегулярные.

Регулярным, или периодическим, называется полимер, в молекуле которого группа мономеров периодически повторяется. Например: Б-А-А-Б-А-А-Б-А-А и т.д. (буквами А и Б обозначены разные мономерные звенья). К регулярным полимерам из биологических полимеров относятся многие полисахариды.

Нерегулярным, или непериодическим, называется полимер, в молекуле которого нет видимой закономерности в повторяемости мономеров. Например: А-Б-Б-Б-А-А-А-Б-А и т.д. Из биологических к нерегулярным полимерам относятся белки и нуклеиновые кислоты.

УГЛЕВОДЫ, или *САХАРИДЫ*, — ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА, В СОСТАВ КОТОРЫХ ВХОДИТ УГЛЕРОД, КИСЛОРОД, ВОДОРОД.

Химический состав углеводов характеризуется их общей формулой $C_m(H_2O)_n$, где $m \geq n$. Количество атомов водорода в молекулах углеводов, как правило, в два раза больше атомов кислорода (то есть как в молекуле воды). Отсюда и название — углеводы.



Углеводы

```
graph TD; A[Углеводы] --> B[Моносахариды]; A --> C[Дисахариды]; A --> D[Полисахариды];
```

Моносахариды

Полисахариды

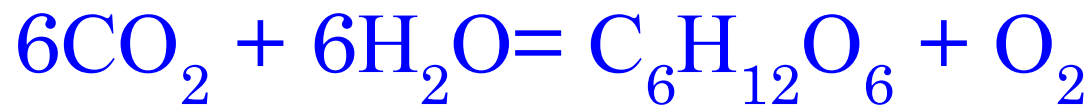
Дисахариды



ТЕРМИН ВВЕДЕН В 1844 Г. К.
Г.ШМИДТОМ



Углеводы образуются в
процессе фотосинтеза в
клетках зеленых растений.



МОНОСАХАРИДЫ

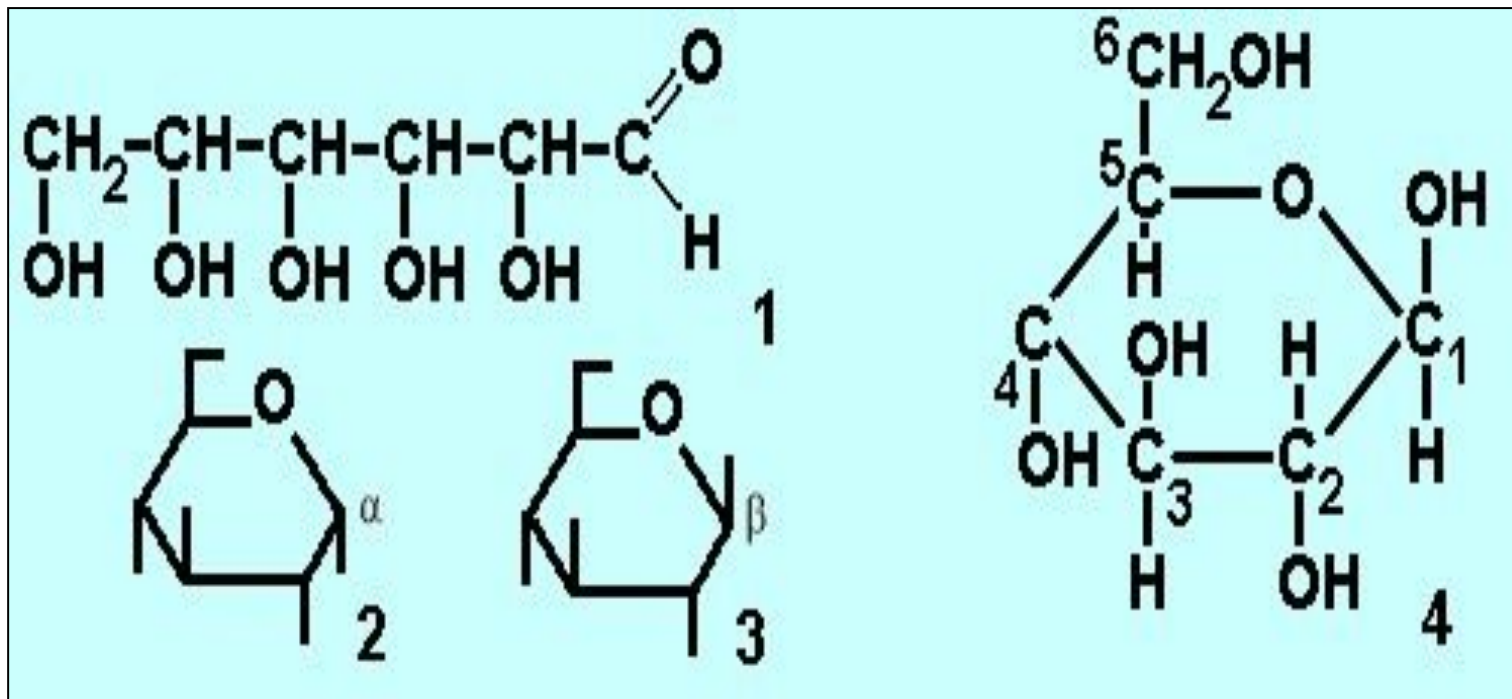
- **Моносахариды (простые)** – хорошо растворимы в воде, имеют сладкий вкус.
- **1.Глюкоза** (виноградный сахар) – в плодах растений, в цветках, в крови мозга. Участвует в регуляции нервной системы и ЖВС.
- **2.Фруктоза** – в соке плодов, меде и сах. свекле
- **3.Рибоза и дезоксирибоза** – входят в состав нуклеиновых кислот (ДНК, РНК), из них состоят клетки животных и растительных организмов



Свойства моносахаридов: низкая молекулярная масса; сладкий вкус; легко растворяются в воде; кристаллизуются; относятся к редуцирующим (восстанавливающим) сахарам.



Молекулы моносахаридов могут иметь вид прямолинейных цепочек или циклических структур.



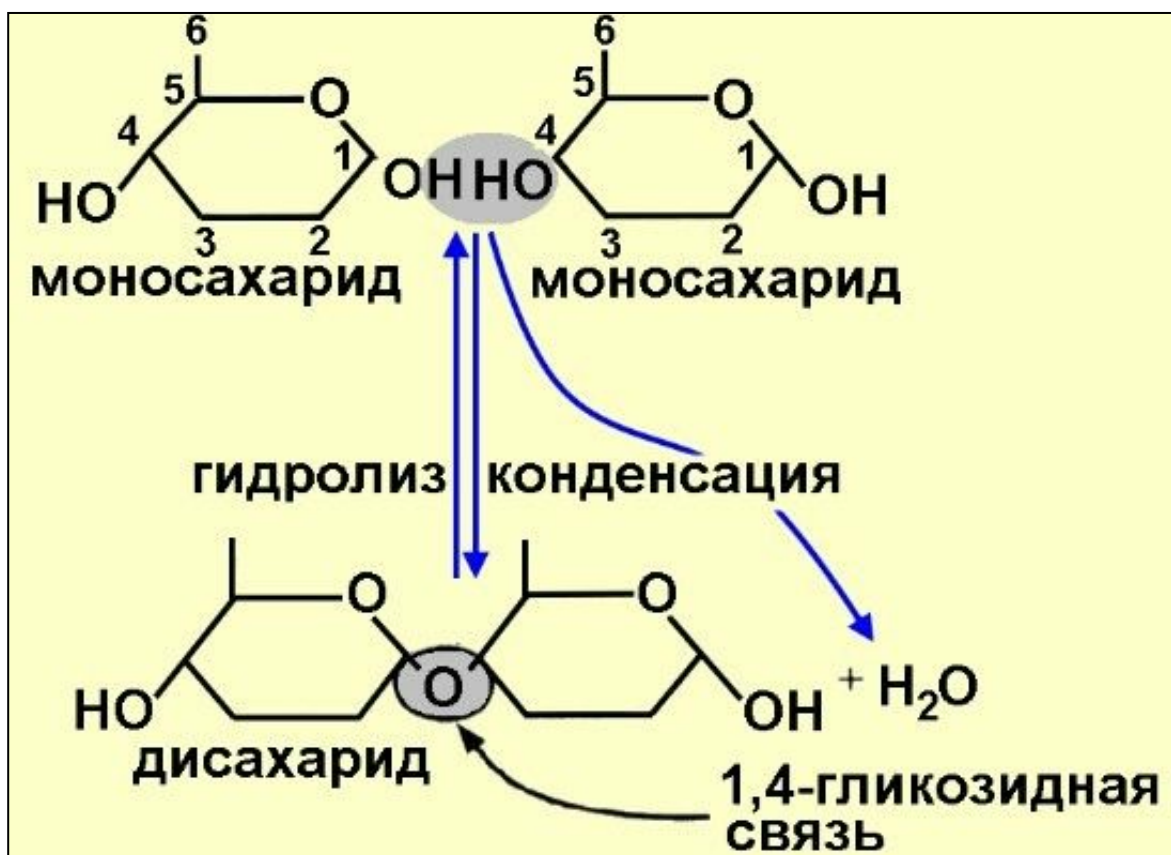
ДИСАХАРИДЫ (ОЛИГОСАХАРИДЫ)

Наиболее широко распространены в природе
дисахариды:

- **мальтоза**, состоящая из двух остатков α -глюкозы;
- **лактоза** — молочный сахар (α -глюкоза + галактоза);
- **сахароза** — свекловичный сахар (α -глюкоза + фруктоза).



Дисахариды образуются в результате конденсации двух моносахаридов (чаще всего гексоз). Связь, возникающую между двумя моносахаридами, называют *гликозидной*. Обычно она образуется между 1-м и 4-м углеродными атомами соседних моносахаридных единиц (1,4-гликозидная связь).



Полисахариды

```
graph TD; A[Полисахариды] --> B[Крахмальные (усвояемые)]; A --> C[Некрахмальные (неусвояемые)];
```

Крахмальные (усвояемые)

- Крахмал
- Гликоген
- Модифицированные крахмалы

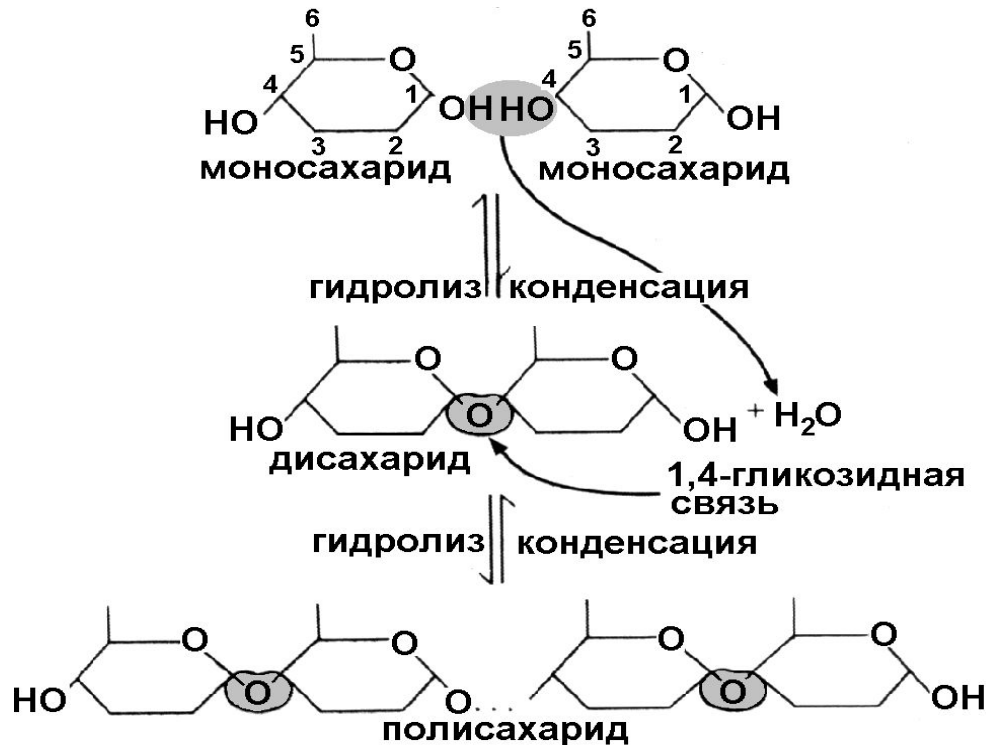
Некрахмальные (неусвояемые)

- Клетчатка (целлюлоза)
- Гемицеллюлозы
- Пектины



ПОЛИСАХАРИДЫ

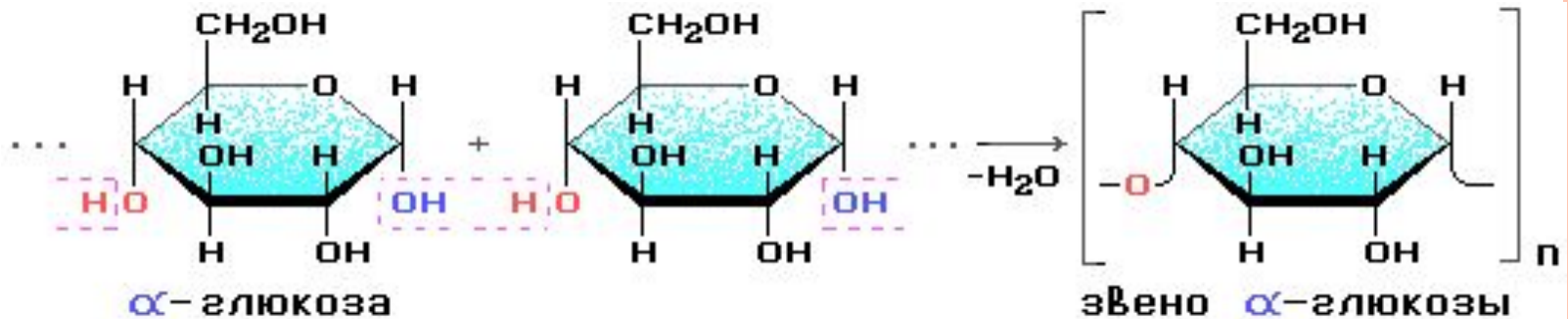
Свойства полисахаридов: большая молекулярная масса (обычно сотни тысяч); не дают ясно оформленных кристаллов; либо нерастворимы в воде, либо образуют растворы, напоминающие по свойствам коллоидные; сладкий вкус не характерен;



КРАХМАЛЬНЫЕ ПОЛИСАХАРИДЫ



СТРОЕНИЕ КРАХМАЛА $(C_6H_{10}O_5)_N$ ($N = 200 - 1000$)



- макромолекулы крахмала состоят из остатков молекул циклической **α -ГЛЮКОЗЫ**

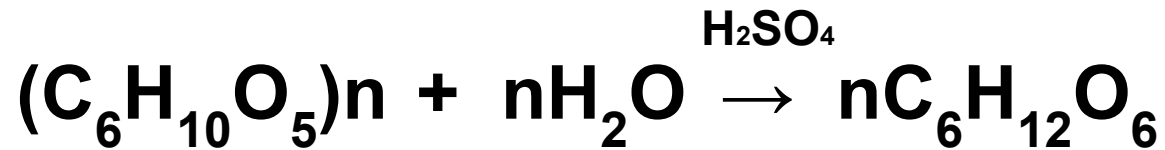


ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРАХМАЛА

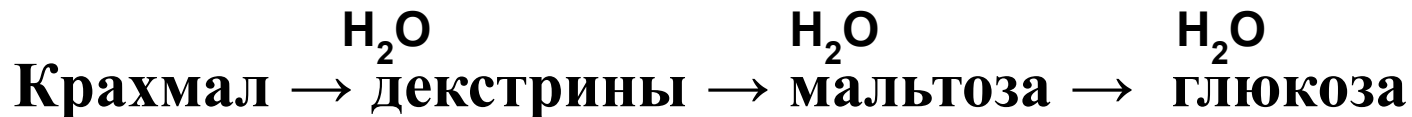


Гидролиз крахмала

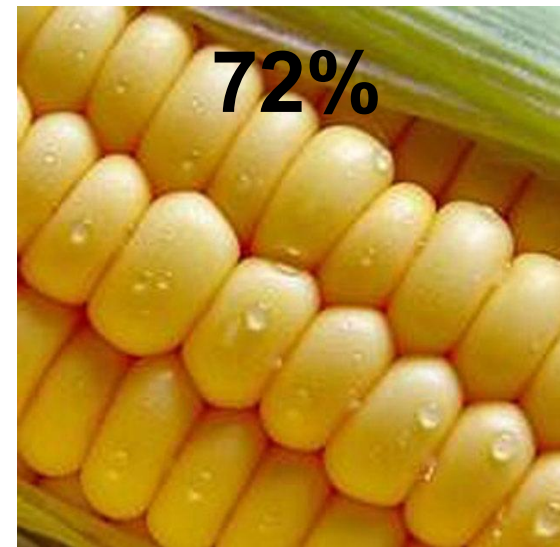
- Крахмал легко подвергается гидролизу:



Ступенчатый ферментативный гидролиз крахмала.



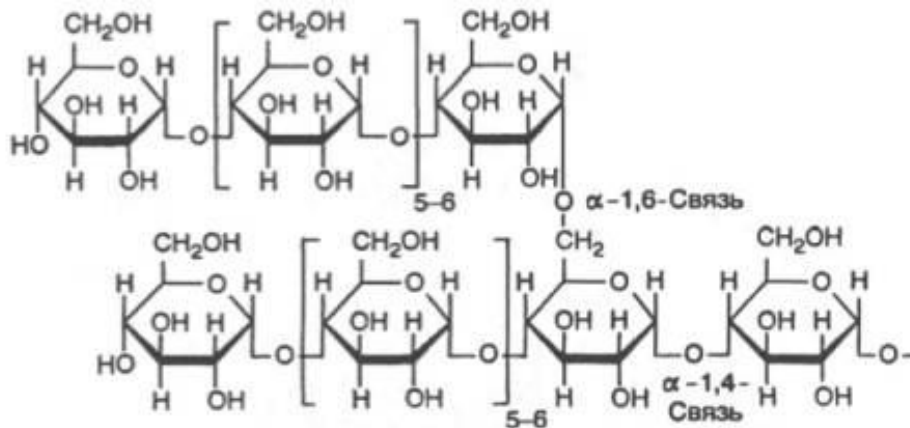
СОДЕРЖАНИЕ КРАХМАЛА В РАЗЛИЧНЫХ ПРОДУКТАХ



КРАХМАЛ – ОСНОВНОЙ УГЛЕВОД ПИЩИ ЧЕЛОВЕКА



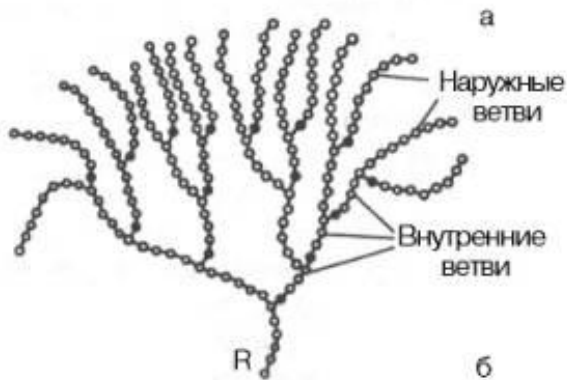
ГЛИКОГЕН – КРАХМАЛ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ



- Образуется в печени человека и животных

- Имеет более разветвленную структуру чем амилопектин

- Является резервным веществом



ГЛИКОГЕН.

Гликоген – полисахарид, содержащийся в тканях тела животных и человека, а также грибах, дрожжах и зерне сахарной кукурузы.

Гликоген играет важную роль в превращениях углеводов в животных организмах. Он в значительных количествах накапливается в печени, мышцах, сердце и других органах. Гликоген поставляет глюкозу в кровь. Он является полимером α -глюкозы и по структуре напоминает амилопектин, но разветвлены его полимерные цепи сильнее.

Молекула гликогена состоит примерно из 30 тыс. остатков глюкозы.



Дрожжи

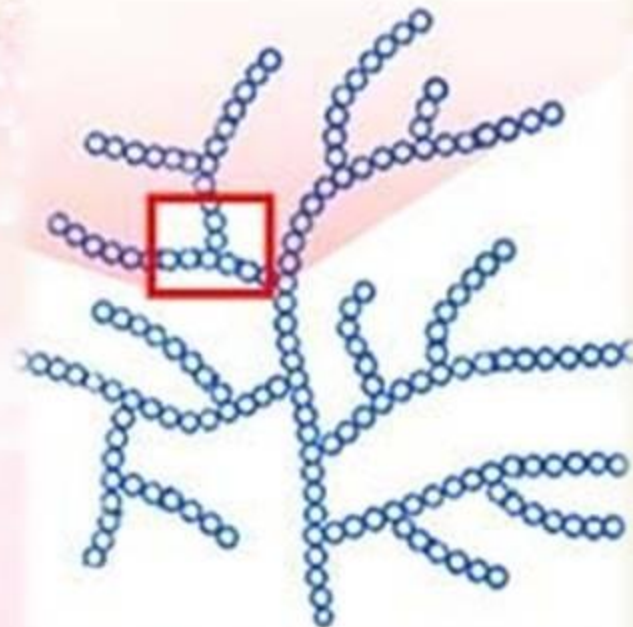
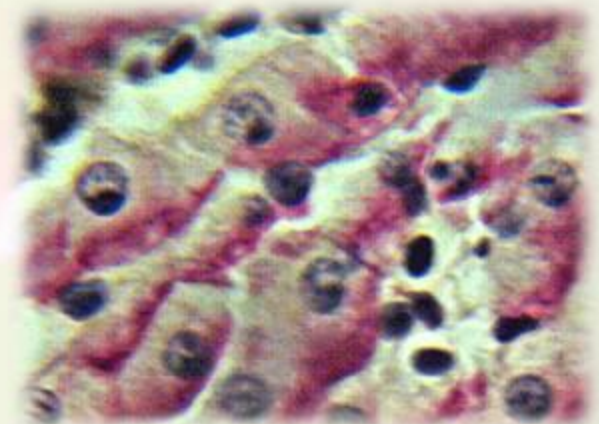


Схема строения гликогена



Гликоген в клетках печени

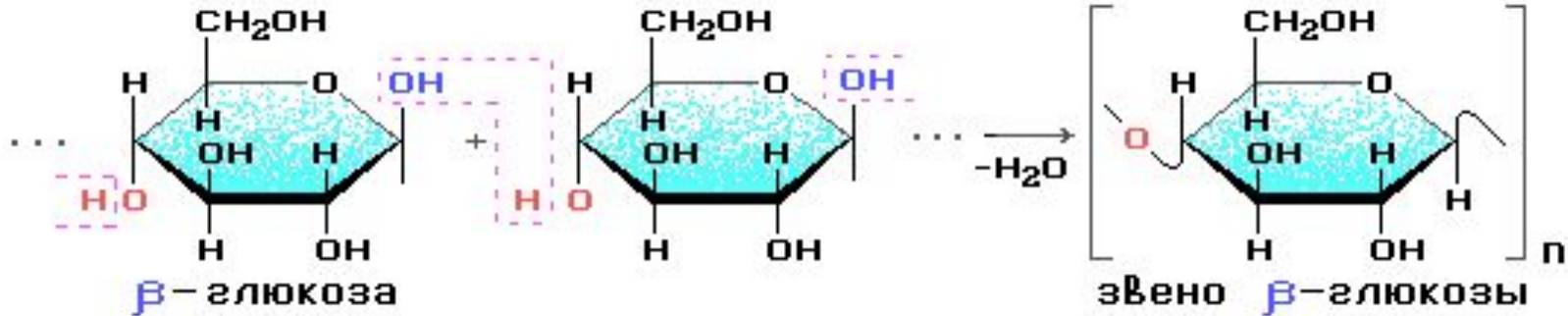
НЕКРАХМАЛЬНЫЕ ПОЛИСАХАРИДЫ
(ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА)



МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФОРМУЛА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ



(n = 400 000 до 2 млн.)

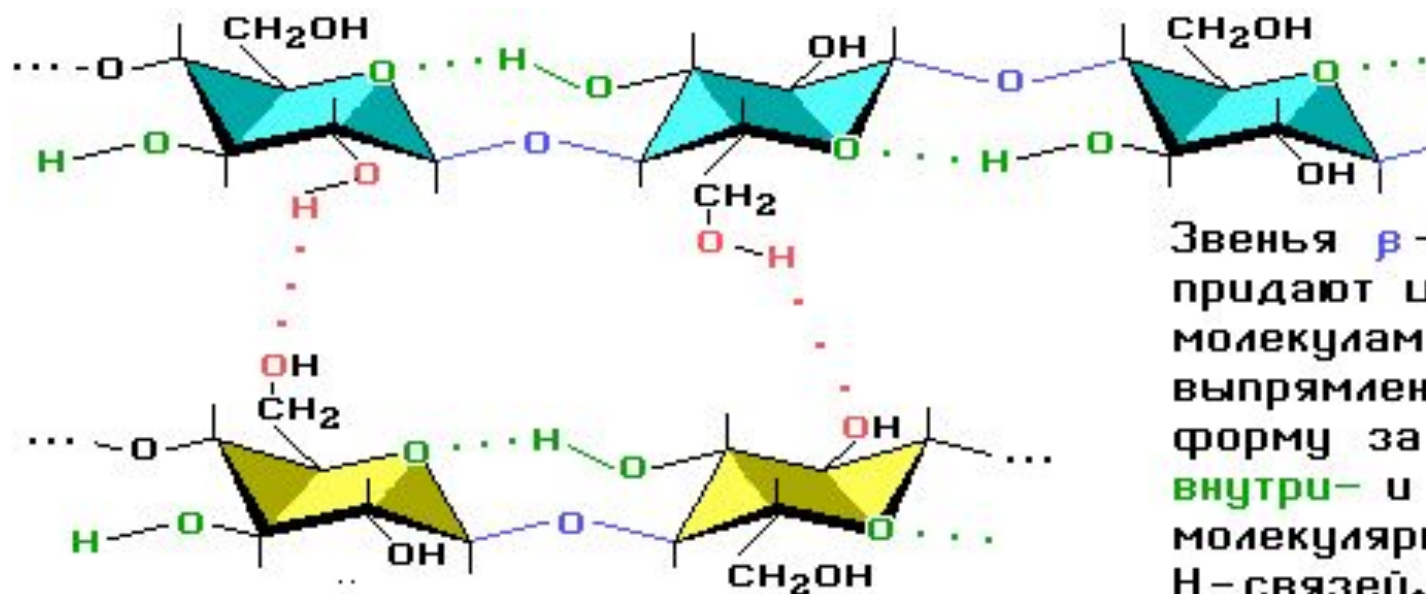


- Целлюлоза тоже является природным полимером.
- Ее макромолекула состоит из остатков молекул глюкозы.

Почему крахмал и целлюлоза вещества с одинаковой молекулярной формулой – обладают различными свойствами?

- Свойства полимеров зависят от числа элементарных звеньев и их структуры.
- Степень полимеризации у целлюлозы намного больше чем у крахмала.
- Макромолекулы целлюлозы, в отличие от крахмала, состоят из остатков молекулы β-глюкозы и имеют только линейное строение.
- Макромолекулы целлюлозы располагаются в одном направлении и образуют волокна (лен, хлопок, конопля).

СТРОЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ОПРЕДЕЛЯЕТ ЕЕ СВОЙСТВА



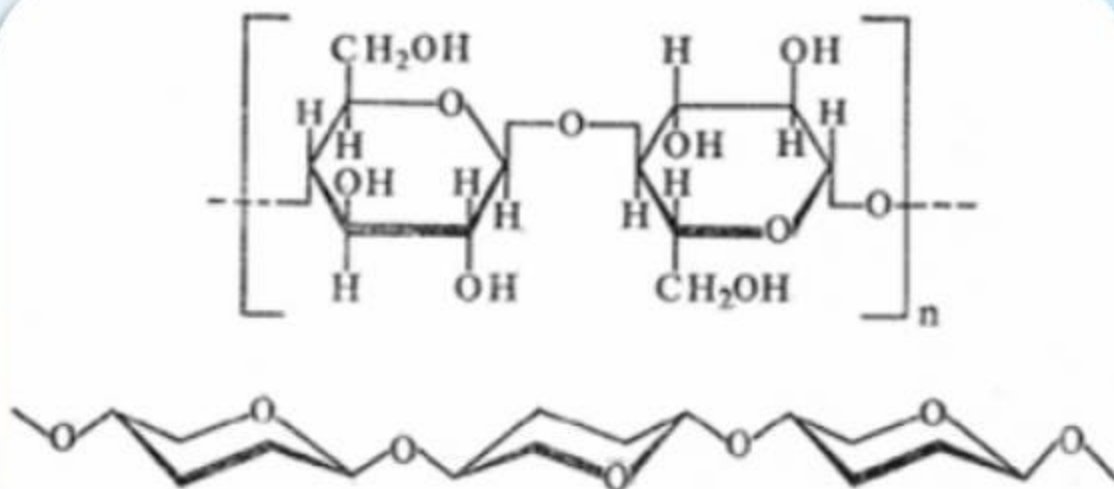
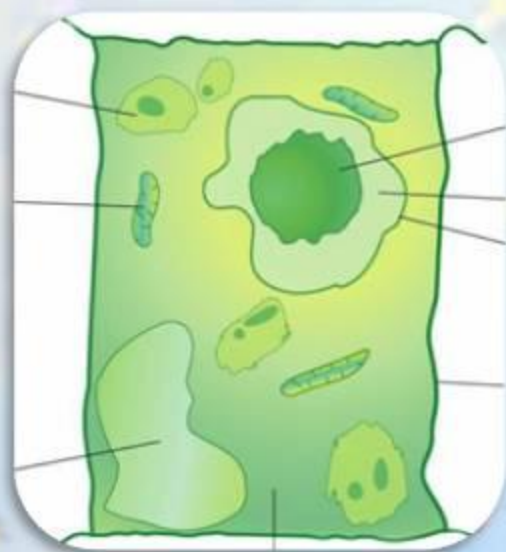
Звенья β -глюкозы придают цепным молекулам выпрямленную форму за счет **внутри-** и **меж-**молекулярных H-связей.

Поэтому целлюлоза имеет волокнистую структуру и нерастворима.



Полисахариды

Клетчатка (целлюлоза) – главный структурный полисахарид клеточных стенок растений. В ней аккумулировано около 50% всего углерода биосферы. По своей структуре это линейный полимер. Ее молекула представляет собой неразветвленную вытянутую цепочку моносахаридов, представленных β -глюкозой. Множество линейных молекул целлюлозы уложено параллельно и «связано в пучки» водородными связями. Поперечная связь между цепями препятствует проникновению воды, поэтому целлюлоза очень устойчива к гидролизу и, следовательно, является прекрасным строительным материалом, идеально подходящим для растений.



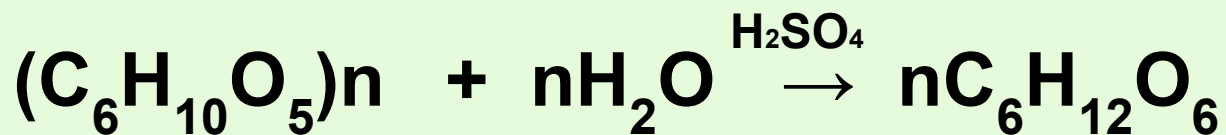
Конформация молекулы целлюлозы

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

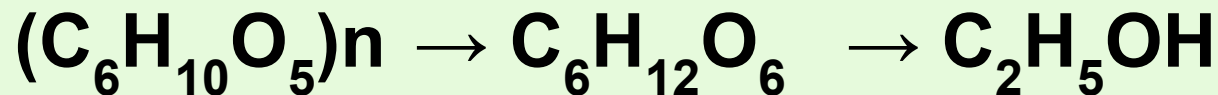
Гидролиз целлюлозы



- Целлюлоза (клетчатка) в отличие от крахмала гидролизуется с трудом



- На гидролизных заводах отходы древесины (щепки, опилки) перерабатывают в глюкозу и далее в спирт



ЦЕЛЛЮЛОЗА. НАХОЖДЕНИЕ В ПРИРОДЕ



Волокна хлопка, льна,
конопли – почти чистая
целлюлоза



Лен



Древесина содержит **50%**
целлюлозы



Солома содержит **30%**
целлюлозы



Конопля

ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ



ГЕМИЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Нахождение:

клеточные стенки растительных тканей
(оболочки зёрен)



Свойства:

растворяются в щелочах и гидролизуются под
действием кислот

Применение:

в кондитерской промышленности (агар – полисахарид в
водорослях)



ПЕКТИНЫ

Нахождение:

клеточные стенки растительных тканей, межклеточное вещество, клеточный сок в плодах и корнеплодах



Свойства:

растворяются в щелочах и гидролизуются под действием кислот

Применение:

в кондитерской промышленности, хлебопечении, сыроделии, производстве мармелада, желе, джемов



Биологические функции углеводов.

1. Энергетическая

2. Строительная

3. Запасающая

4. Защитная

5. Составная часть жизненно важных веществ .

6. Участие в фиксации углерода

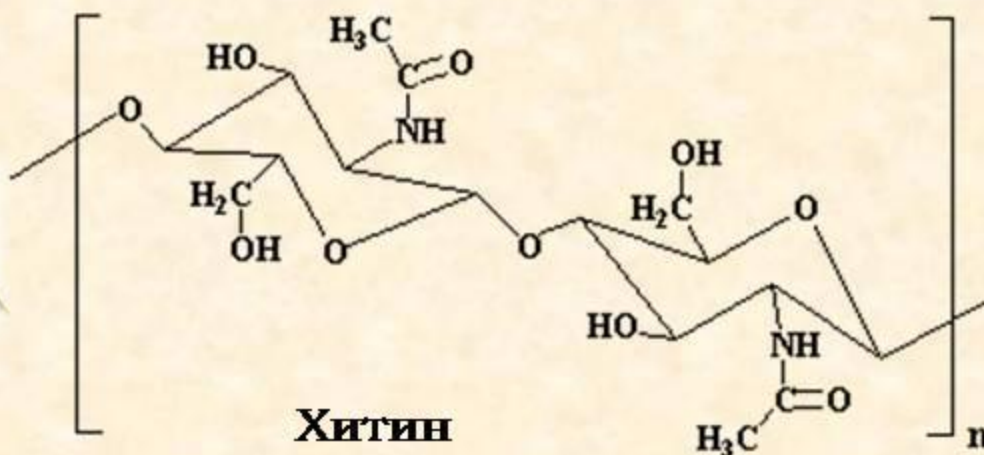
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ УГЛЕВОДОВ

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.

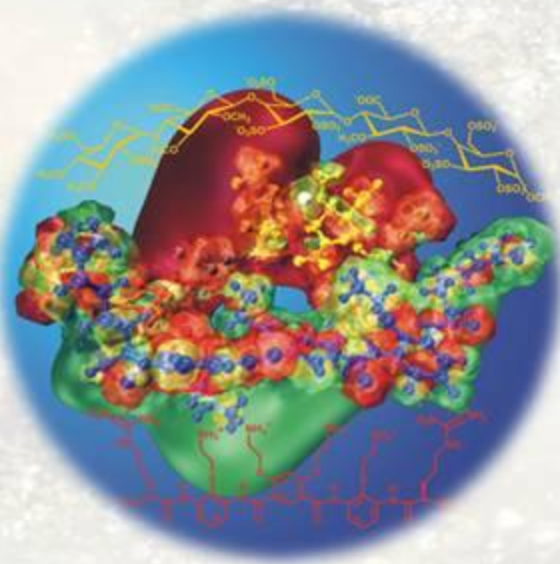


Биологические функции углеводов

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

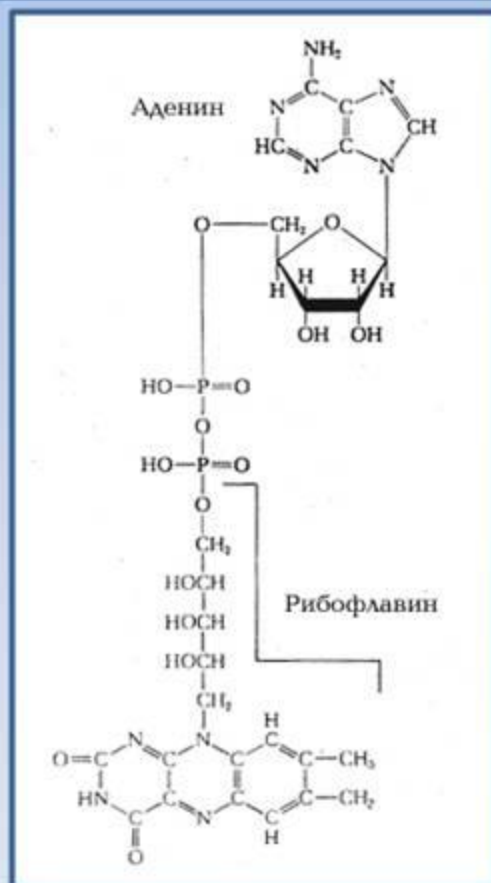


Гепарин

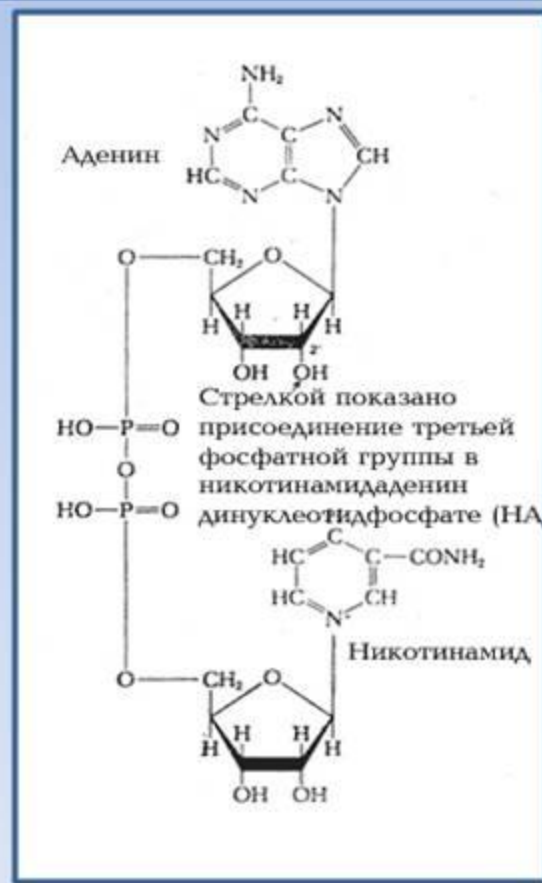
4. *Защитная* – гепарин – ингибитор свертывания крови; слизи, выделяемые различными железами и богатые углеводами, предохраняют пищевод, кишечник, желудок, бронхи от механических повреждений, препятствуют проникновению в организм бактерий и вирусов; камеди, выделяющиеся в местах повреждения стволов и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

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)

Классификация углеводов

Углеводы

Моносахариды

Триозы

Тетрозы

Пентозы

Рибоза $C_5H_{10}O_5$
Дезоксирибоза
 $C_5H_{10}O_4$

Гексозы $C_6H_{12}O_6$
Глюкоза
Фруктоза

Дисахариды

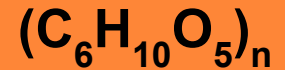


Сахароза –
пищевой сахар

Мальтоза –
солодовый
сахар

Лактоза –
молочный сахар

Полисахариды



Крахмал




Целлюлоза

Гликоген






Повторение:





**Тест 1. К моносахаридам относятся:

- | | |
|---|--|
| 1. Крахмал. | 5. Свекловичный сахар (сахароза). |
| 2. Гликоген. | 6. Мальтоза. |
| 3. Глюкоза.  | 7. Молочный сахар (лактоза). |
| 4. Дезоксирибоза.  | 8. Рибоза.  |

**Тест 2. К полисахаридам относятся:

- | | |
|--|---|
| 1. Крахмал.  | 5. Рибоза. |
| 2. Гликоген.  | 6. Мальтоза. |
| 3. Глюкоза. | 7. Молочный сахар (лактоза). |
| 4. Дезоксирибоза. | 8. Целлюлоза.  |

**Тест 3. К дисахаридам относятся:

- | | | |
|--|--|---|
| 1. Крахмал. | 5. Хитин.  | 6. Мальтоза.  |
| 2. Свекловичный сахар (сахароза).  | |  |
| 3. Глюкоза. | 7. Молочный сахар (лактоза). | |
| 4. Дезоксирибоза. | 8. Целлюлоза. | |



Повторение:

Тест 4. В состав молекулы ДНК входят остатки:

1. Рибозы.
2. Дезоксирибозы.
3. Глюкозы.
4. Фруктозы.



Тест 5. Молекула крахмала состоит:

1. Из остатков рибозы.
2. Из остатков α -глюкозы.
3. Из остатков и β -глюкозы.
4. Из остатков дезоксирибозы.




**Тест 6. Углеводы в организме выполняют функции:

1. Структурную.
2. Энергетическую.
3. Каталитическую.
4. Многие являются гормонами.
5. Взаимодействие клеток.
6. Источник метаболической воды.
7. Запасающую.




Повторение:

Тест 7. При полном сгорании 1 г. вещества выделилось 38,9 кДж энергии. Это вещество относится:

1. К углеводам.
2. К жирам. 
3. Или к углеводам, или к липидам.
4. К белкам.

Тест 8. Основу клеточных мембран образуют:

1. Жиры.
2. Фосфолипиды. 
3. Воска.
4. Липиды.

Тест 9. Утверждение: "Фосфолипиды — сложные эфиры глицерина (глицерола) и жирных кислот":

Верно.

Ошибочно. 



Повторение:

****Тест 10. Липиды выполняют в организме следующие функции:**

5. Некоторые являются ферментами

1. Энергетическую.
2. Теплоизолирующую.
3. Некоторые - гормоны.
4. Структурную.
6. Источник метаболической воды
7. Запасающую.
8. К ним относятся витамины А, D, Е, К

****Тест 11. Молекула жира состоит из остатков:**

1. Аминокислот.
2. Нуклеотидов.
3. Глицерина
4. Жирных кислот.

Тест 12. Гликопротеины — это комплекс:

1. Белков и углеводов.
2. Нуклеотидов и белков.
3. Глицерина и жирных кислот.
4. Углеводов и липидов.




Повторение:

Тест 13. Фосфолипиды — это комплекс:

Белков и углеводов.

Нуклеотидов и белков.


Глицерина и жирных кислот.

Липидов и остатков фосфорной кислоты. 

**Тест 14. К пентозам относятся:

Глюкоза.

Фруктоза.

Рибоза. 

Дезоксирибоза. 