

Лекция 7

Углеводы

Лекция 7

Углеводы

Классификация углеводов: по структуре

1. Углеводы или сахараиды -
природные соединения, структура которых может
быть выражена
общей формулой $C_n(H_2O)_n$.



Углеводы это **полигидроксиальдегиды** или **полигидроксикетоны**, либо **вещества**, образующие эти **соединения** в результате **гидролиза**.

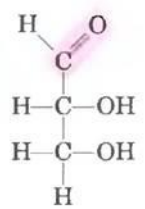
Для многих, хотя и не для всех, верна эмпирическая формула $(CH_2O)_n$; некоторые содержат в своем составе также азот, фосфор или серу.

По размеру молекул углеводы делятся на три класса: моносахариды, олигосахариды и полисахариды.

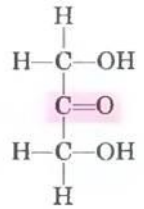
Лекция 7

Углеводы

Моносахариды: представители

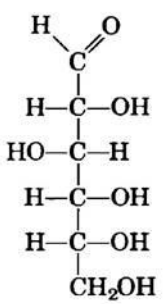


Глицеральдегид
(альдотриоза)

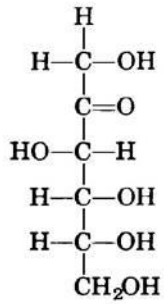


Дигидроксиацетон
(кетотриоза)

а

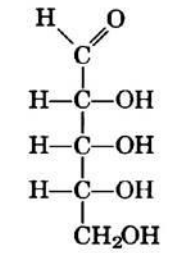


D-Глюкоза
(альдогексоза)

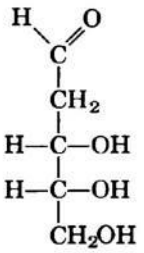


D-Фруктоза
(кетогексоза)

б



D-Рибоза
(альдонентоза)



2-Дезокси-D-рибоза
(альдопентоза)

в

Моносахариды – органические вещества, содержащие **карбонильную** (альдегидную или кетонную) группу и две или более **гидроксильных** групп.

Лекция 7

Углеводы

Функции углеводов

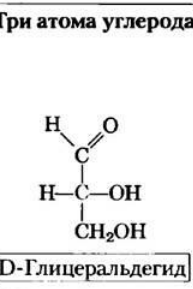
Углеводы выполняют следующие функции в организме растений и животных:

- являются источниками углерода, который необходим для синтеза белков, нуклеиновых кислот, липидов и других соединений;
- выполняют энергетическую функцию, обеспечивая до 70% потребности организма в энергии;
- выполняют резервную функцию – *крахмал* и *гликоген* представляют собой форму запасания и хранения *глюкозы*;
- нерастворимые высокомолекулярные углеводы выполняют структурную и защитную функцию в клеточных стенках растений и бактерий, а также в соединительных тканях животных;
- в составе сложных белков – протеогликанов - служат смазкой для суставов и участвуют в узнавании и адгезии клеток (Адгезия клеток - способность клеток слипаться друг с другом и с различными субстратами);
- в составе сложных белков – гликопротеидов - выполняют ферментативную, сигнальную (рецепторную), защитную (поддержка иммунитета, система свертывания крови) функции.

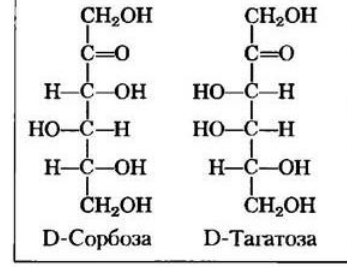
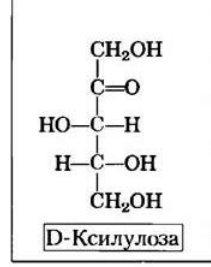
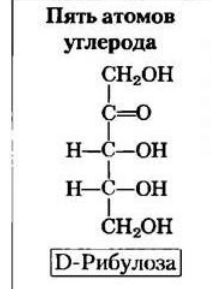
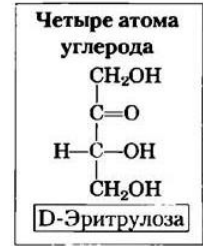
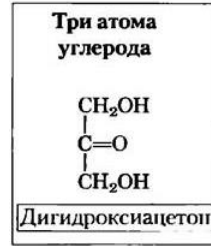
Лекция 7

Углеводы

Моносахариды: классификация по числу атомов углерода и виду карбонильной группы



D-Альдозы



D-Кетозы
6

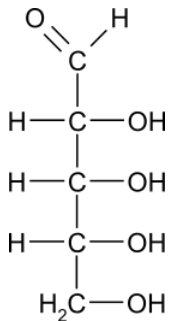
Лекция 7

Углеводы

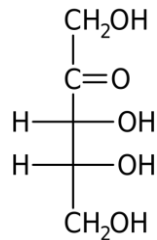
Моносахариды: номенклатура

В основу номенклатуры положены тривиальные названия моносахаридов состава $C_n(H_2O)_n$ с линейной цепью углеродных атомов: *рибоза*, *глюкоза*, *фруктоза*.

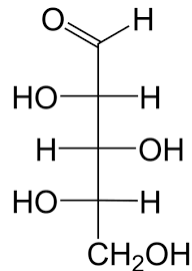
Название *кетоз* образуются введением суффикса *-ул-* в название соответствующей *альдозы*: *рибоза* → *рибулоза*; некоторые **кетосахара** имеют **тривиальные** названия: ***фруктоза*** (кетогексоза).



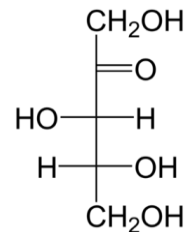
Рибоза



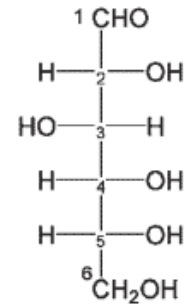
Рибулоза



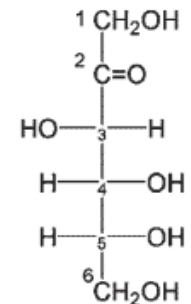
Ксилоза



Ксилулоза



Глюкоза

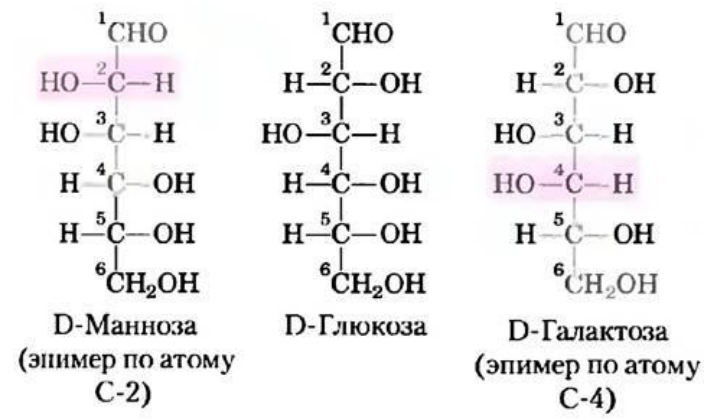
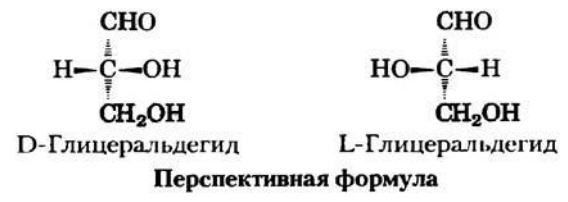
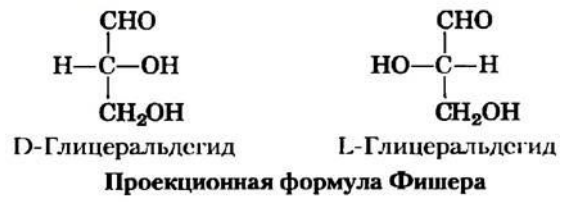
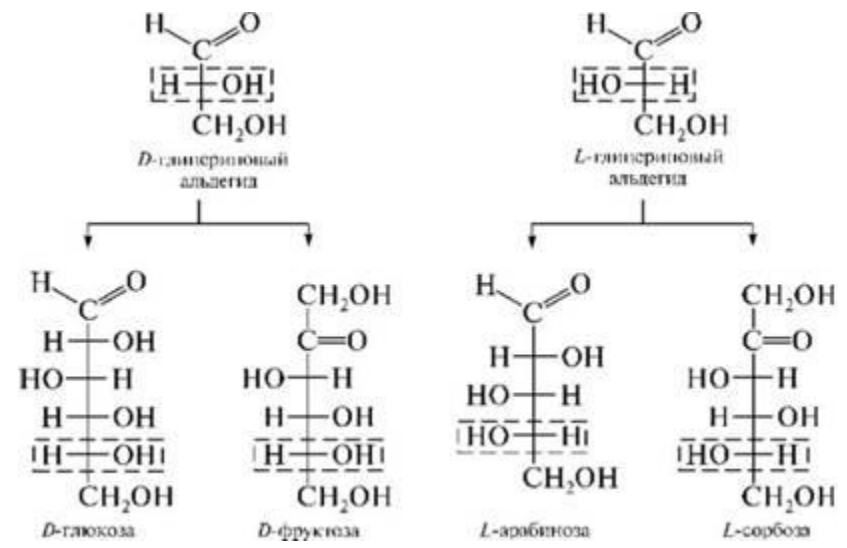


Фруктоза

Лекция 7

Углеводы

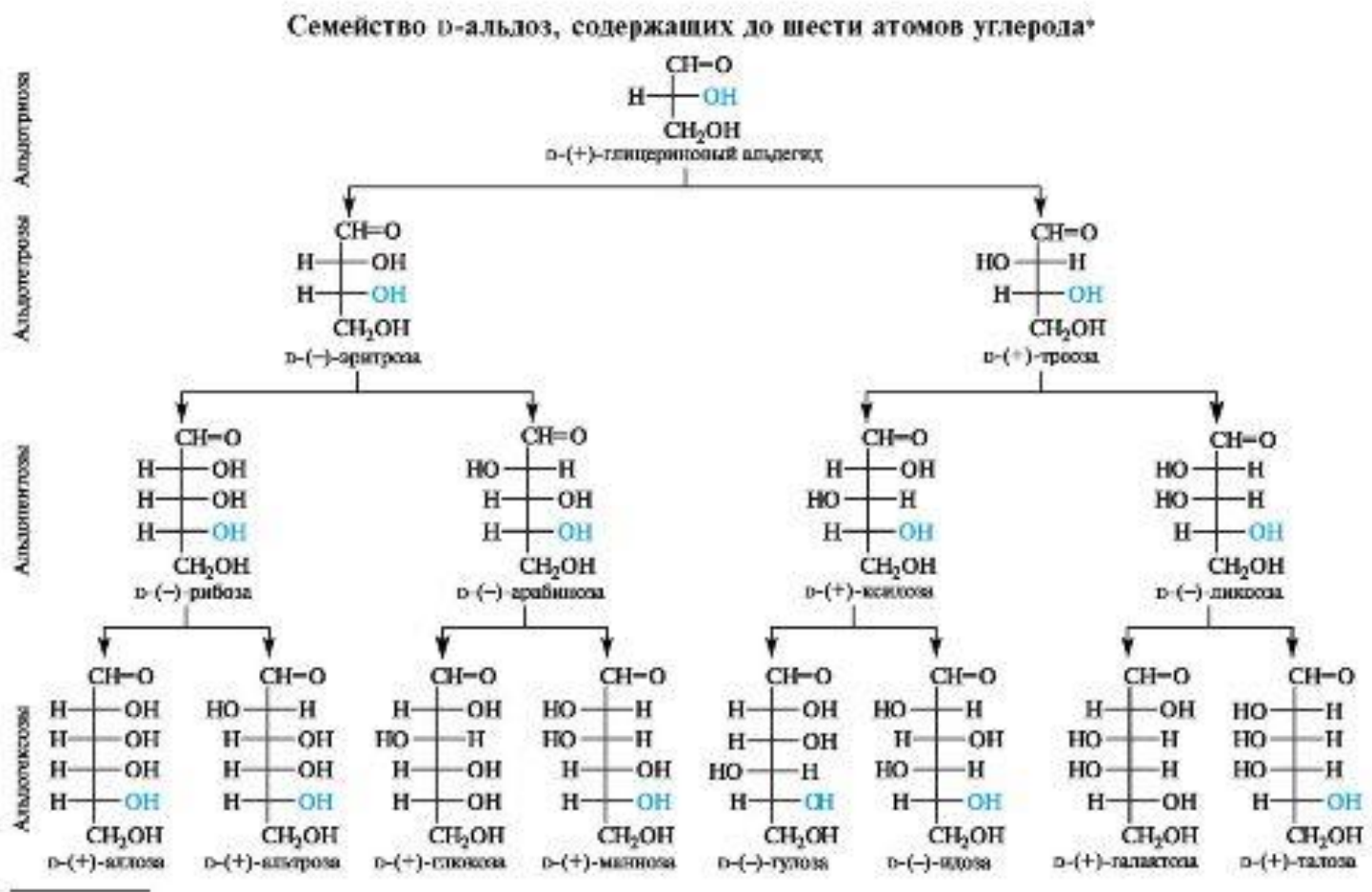
Моносахариды: стереоизомерия



Лекция 7

Углеводы

Моносахариды: стереоизомерия

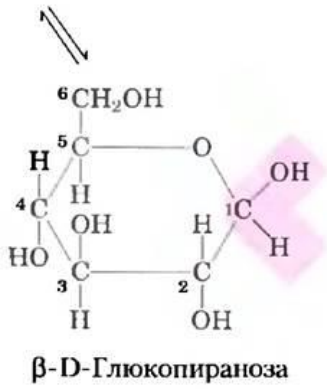
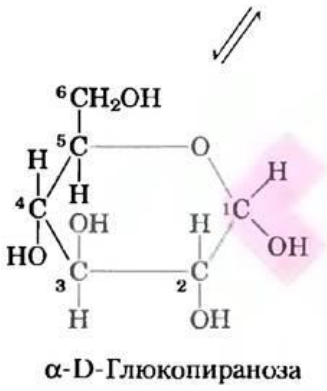
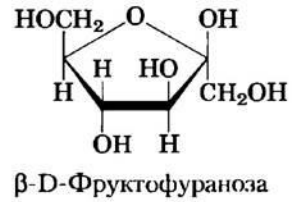
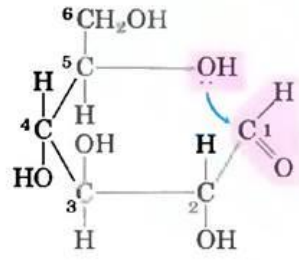
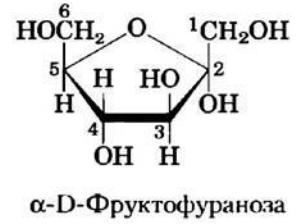
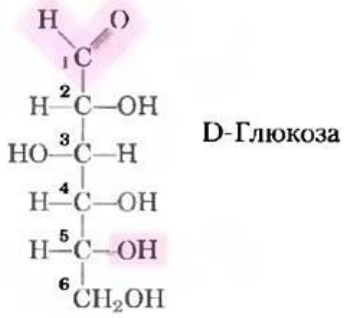


* Строго говоря, знаки оптического вращения относятся не к открытым формам, а к равновесной смеси циклических форм (начиная от тетраоз).

Лекция 7

Углеводы

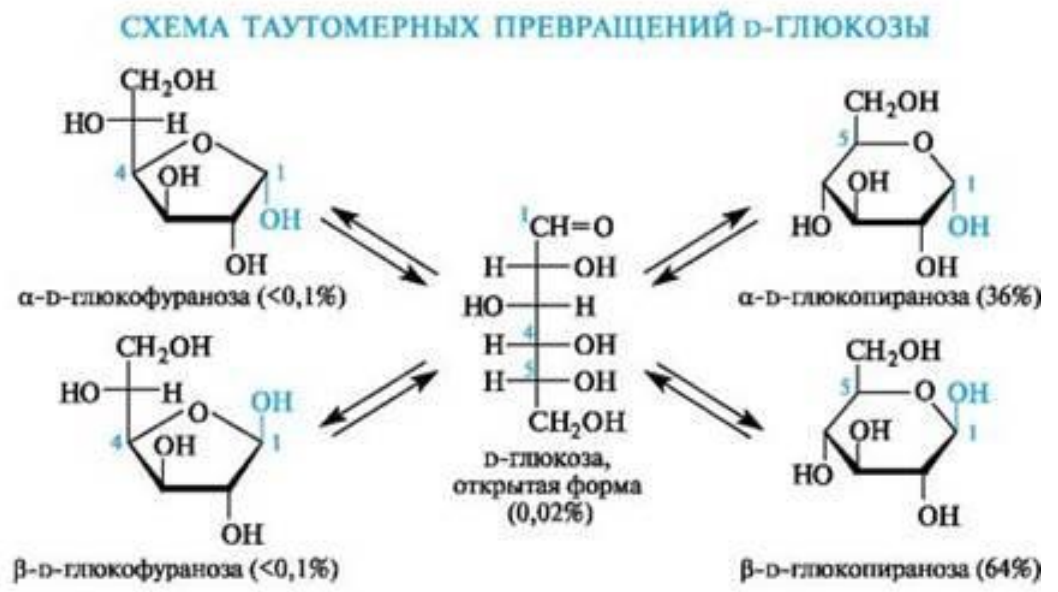
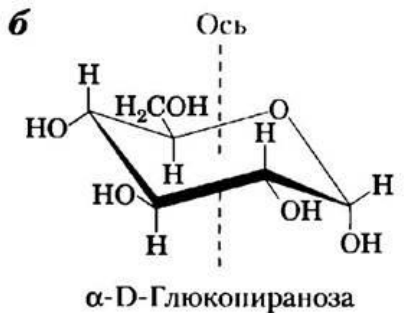
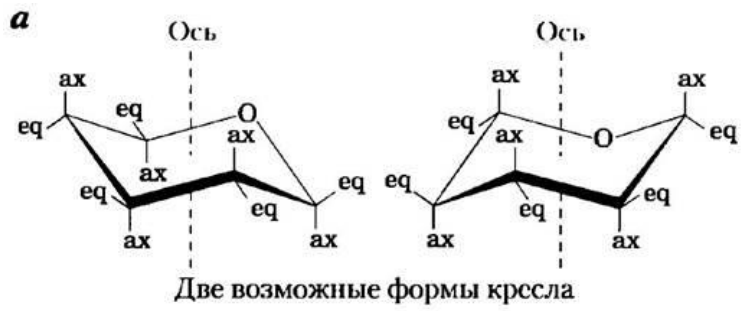
Моносахариды: циклические формы моносахаридов - полуацетали



Лекция 7

Углеводы

Моносахариды: циклическая форма моносахаридов

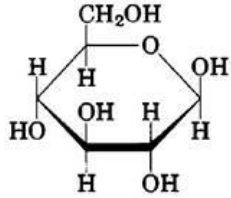


Лекция 7

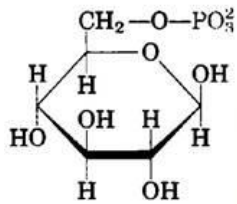
Углеводы

Производные моносахаридов

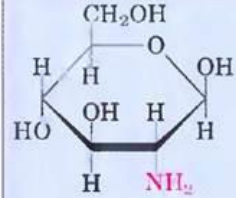
Семейство глюкозы



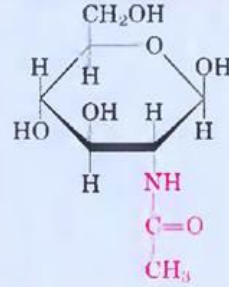
β -D-Глюкоза



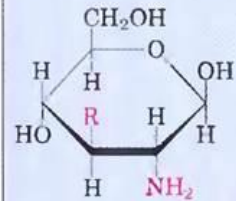
β -D-Глюкозо-6-фосфат



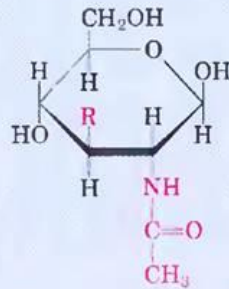
β -D-Глюкозамин



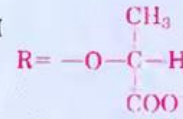
N-Ацетил- β -D-глюкозамин



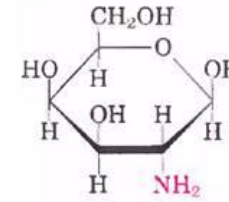
Мурамовая кислота



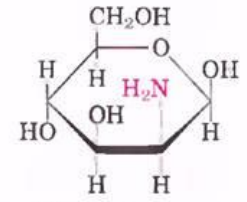
N-Ацетилмурамовая кислота



Аминосахара

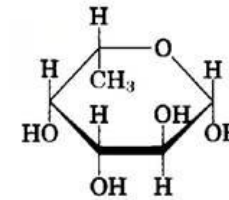


β -D-Галактозамин

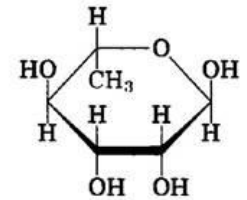


β -D-Маннозамин

Дезоксисахара

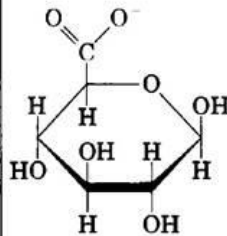


β -L-Фукоза

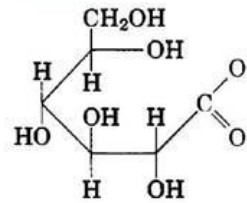


α -L-Рамноза

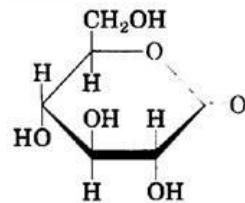
Кислые сахара



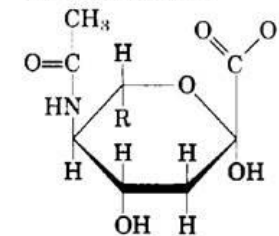
β -D-Глюконат



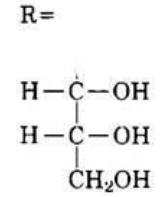
D-Глюконат



D-Глюконо- δ -лактон



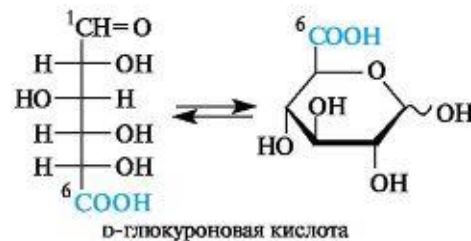
N-Ацетилнейраминовая кислота (сиаловая кислота)



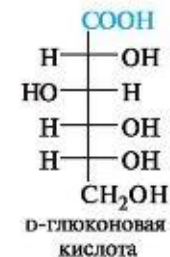
Лекция 7

Углеводы

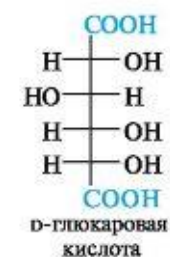
Производные моносахаридов: кислоты и спирты (ОВР)



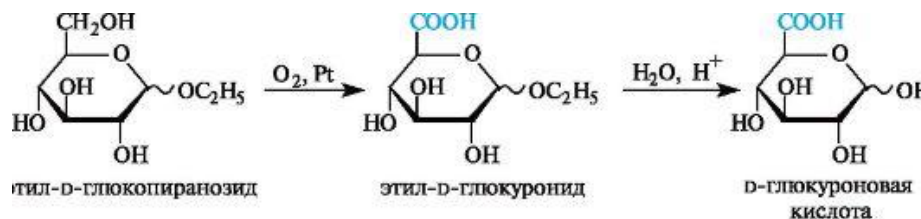
Альдуруновые кислоты



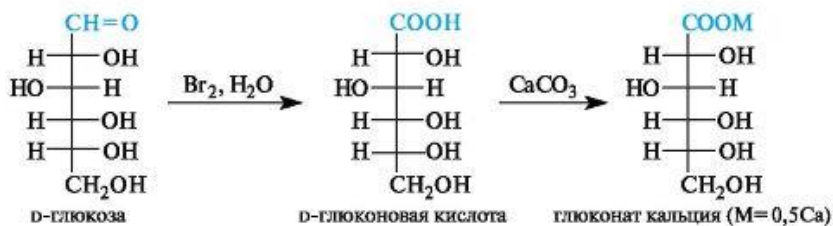
Альдоновые кислоты



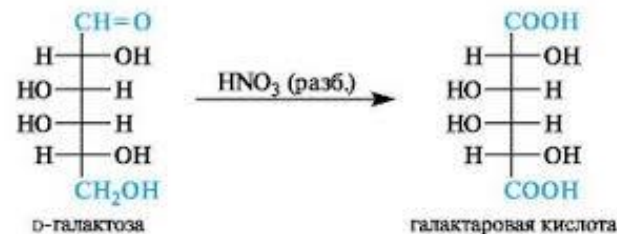
Альдаровые кислоты



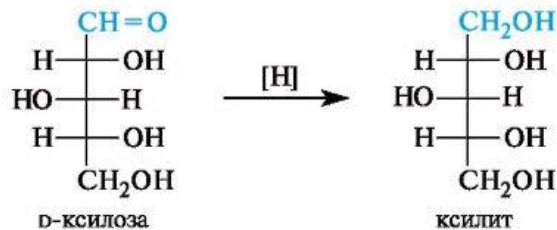
Альдуруновые кислоты: D-глюкуроновая кислота



Альдоновые кислоты: D-глюконовая кислота



Альдаровые кислоты: D-галактаровая кислота



Лекция 7

Углеводы

Производные моносахаридов: гликозиды

Гликозиды - производные сахаров (моносахаридов или восстанавливающих олигосахаридов), в молекулах которых полуацетальный гидроксил замещен неуглеводным остатком **агликоном** (алкоксигруппа, аминогруппа, меркаптогруппа и др.).

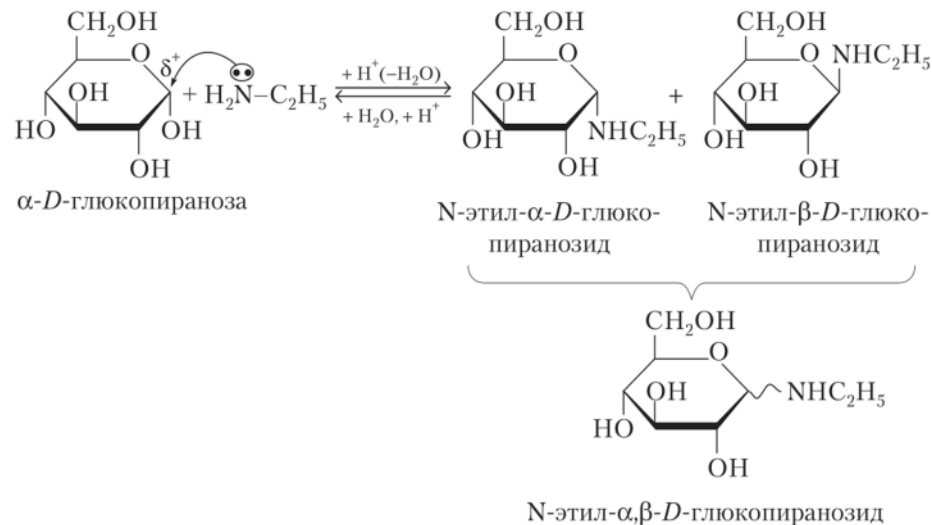
Сахара, входящие в состав гликозидов - **моносахара**: глюкоза, рамноза, галактоза; арабиноза и ксилоза – в составе сердечных гликозидов.

Агликоны гликозидов относятся к различным **классам органических соединений**: спирты, альдегиды, кислоты, фенолы, производные антрацена и др.

В молекулах **гликозидов** остатки **сахаров** связаны с **агликоном** через атом **O, N** или **S**.

В зависимости от природы этих связывающих атомов различают: **O-гликозиды**; **C-гликозиды**; **N-гликозиды** **S-гликозиды**.

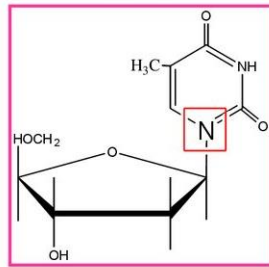
Гликозиды образуются в результате **реакции нуклеофильного замещения у C1 атома углерода**.



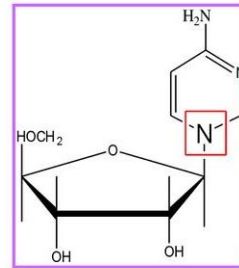
Лекция 7

Углеводы

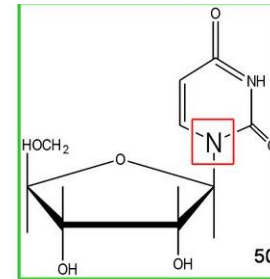
Производные моносахаридов: N-гликозиды (нуклеозиды)



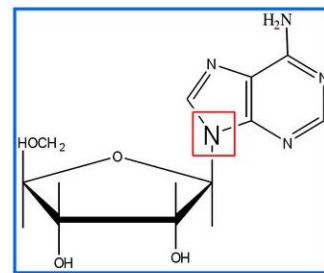
Тимидин (только в составе ДНК)



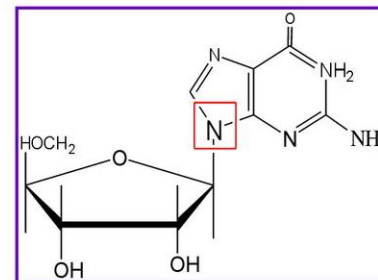
цитидин



Уридин (только в составе РНК)



аденозин

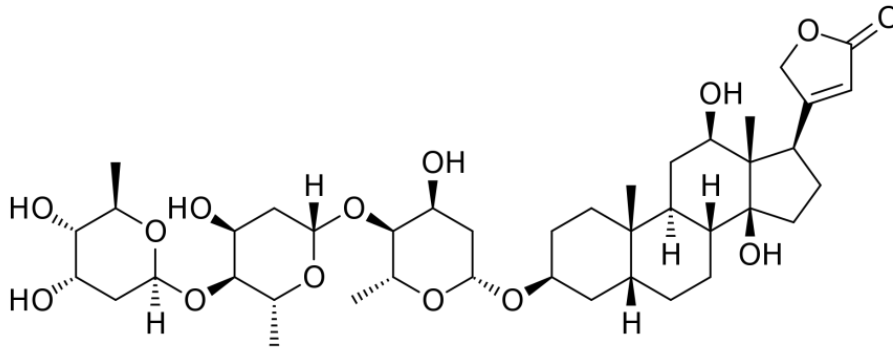


гуанозин

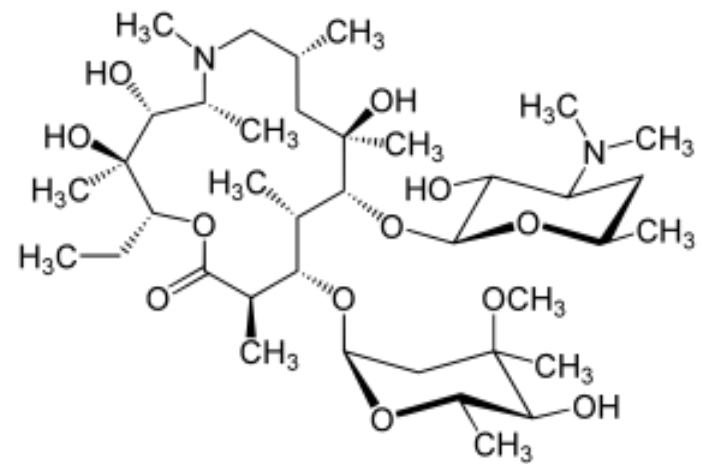
Лекция 7

Углеводы

Производные моносахаридов: сердечные гликозиды и гликозиды-антибиотики



Дигоксин

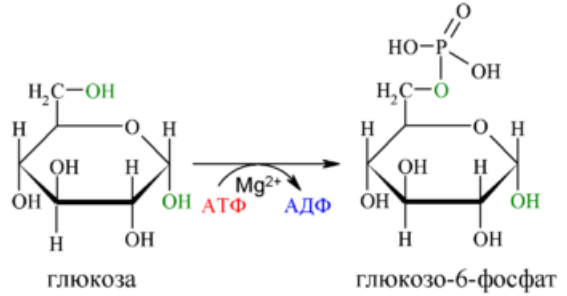


Азитромицин

Лекция 7

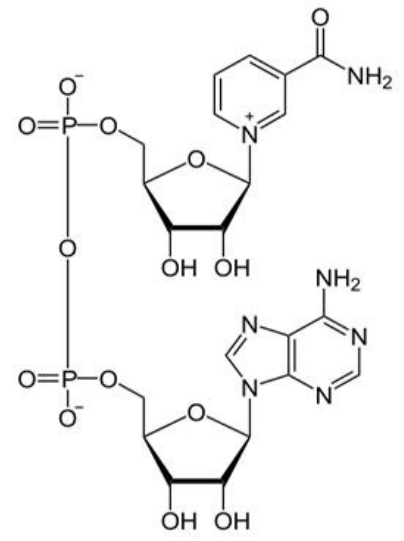
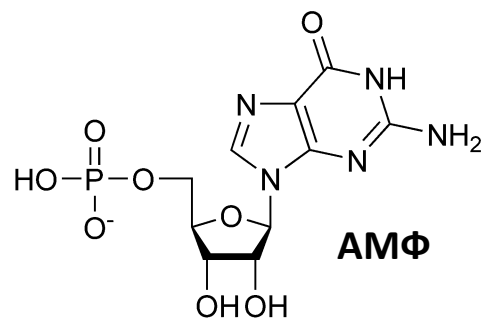
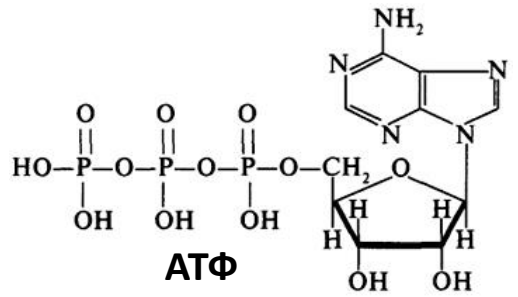
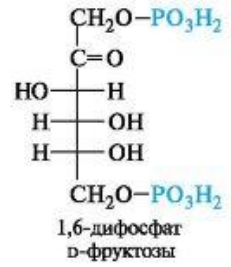
Углеводы

Производные моносахаридов: фосфорные эфиры (реакция фосфорилирования)

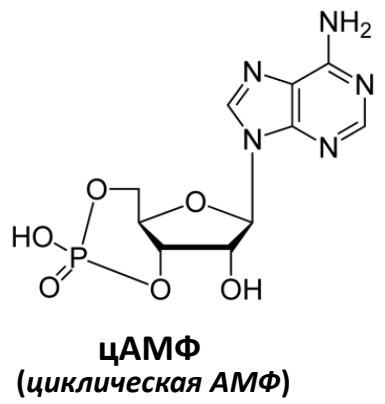
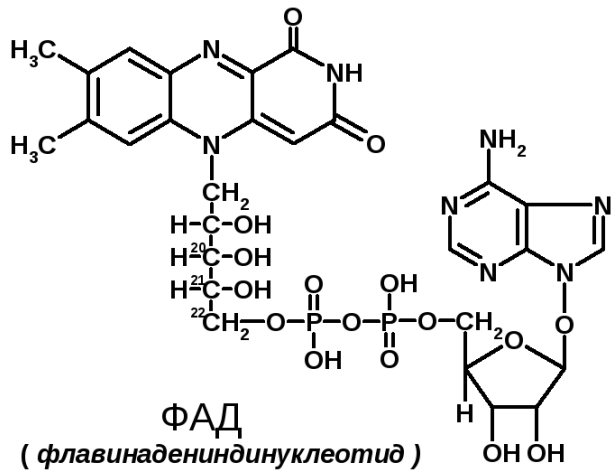


Реакция фосфорилирования глюкозы

ФОСФАТЫ МОНОСАХАРИДОВ



(Никотинамидадениндинуклеотидфосфат)



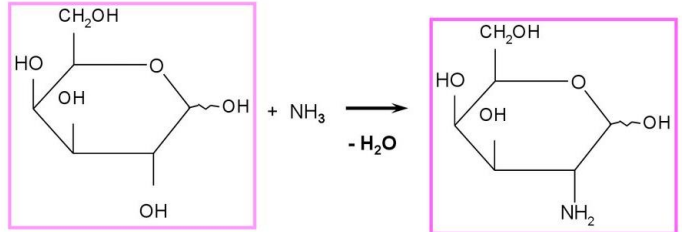
Лекция 7

Углеводы

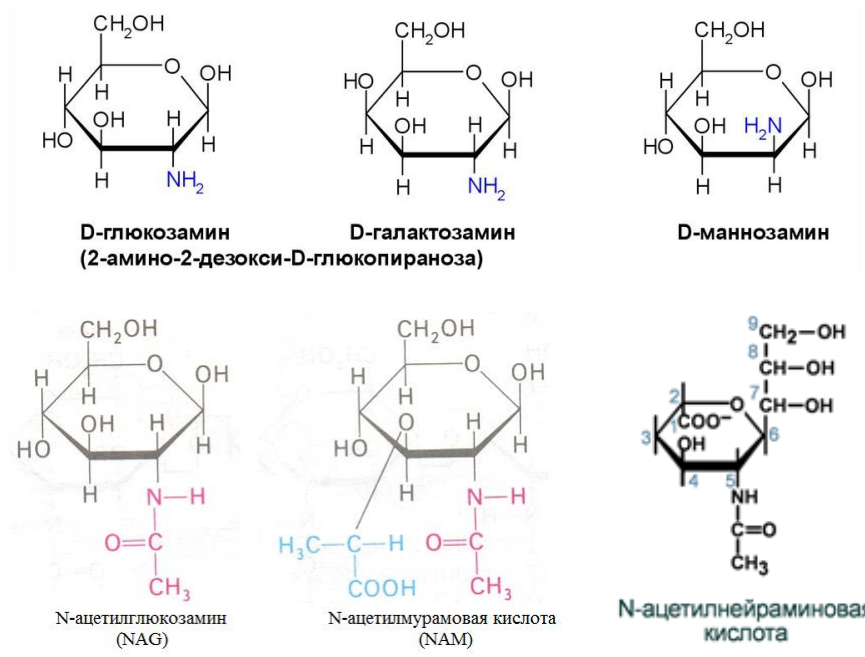
Производные моносахаридов: аminosахара (реакция аминирования)

Аминосахара – производные **моносахаридов**, у которых **гидроксильная группа** у **C2** углеродного атома замещена на **аминогруппу**.

Аминоацилпроизводные моносахаридов входят в состав **структурных гетерополисахаридов**.



D-галактоза **2-D-галактозамин**
Реакция получения аminosахаров

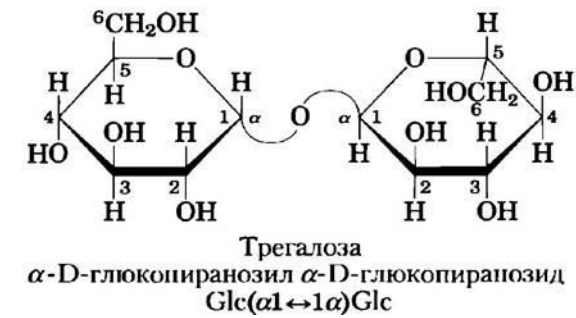
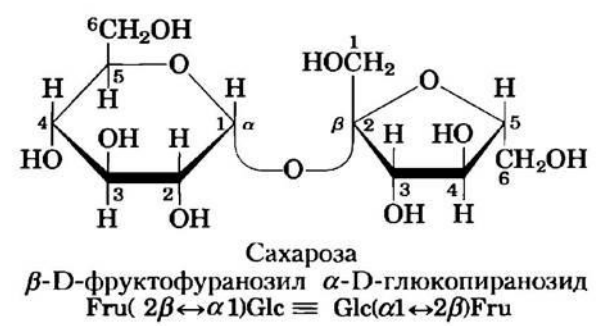
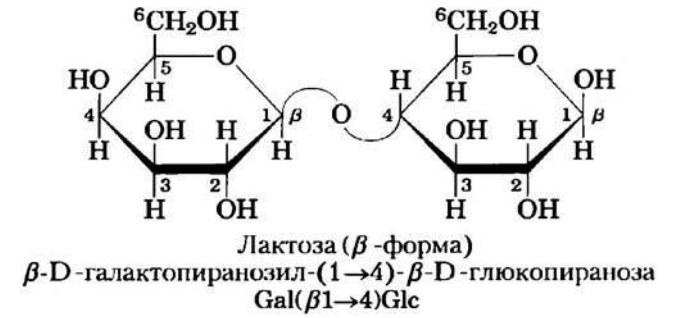
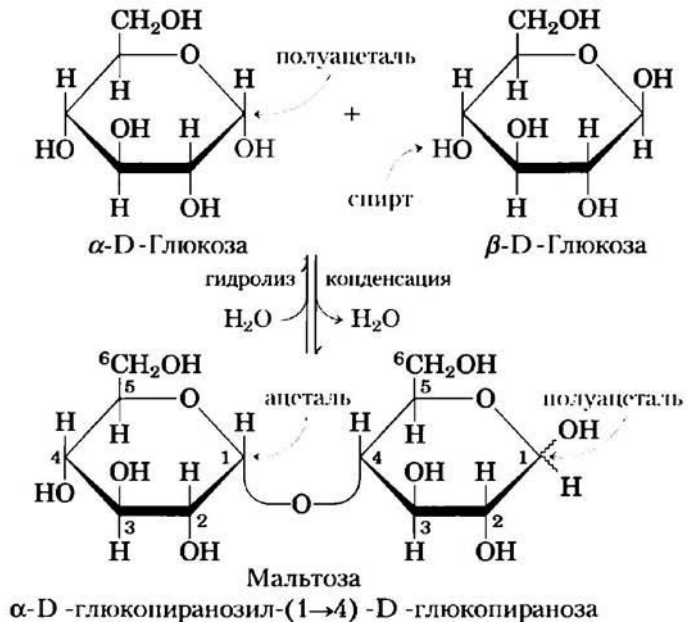


Аминоацилпроизводные моносахаридов

Лекция 7

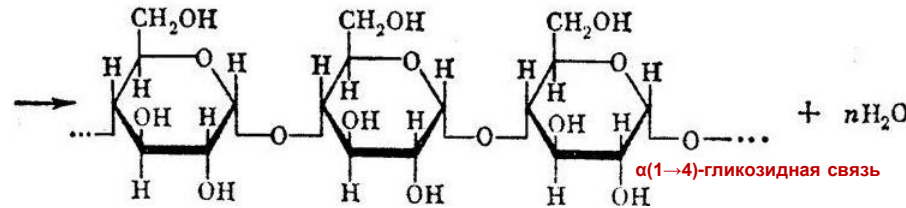
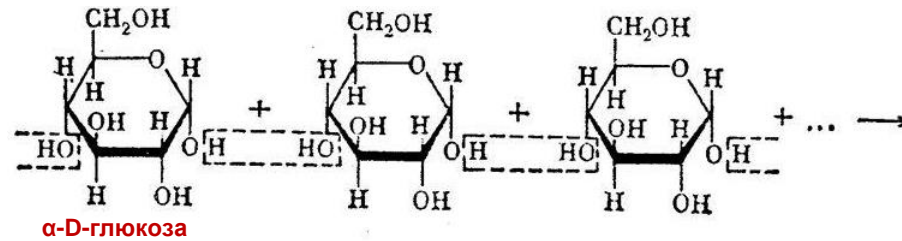
Углеводы

Олигосахариды: дисахариды

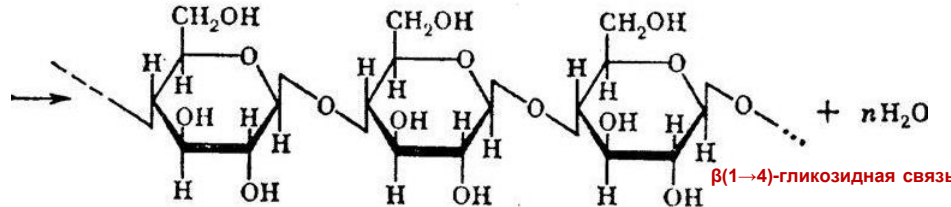
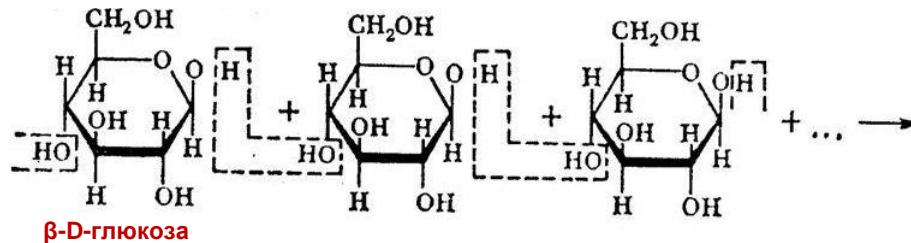


Лекция 7 Углеводы

Полисахариды: реакция поликонденсации глюкозы

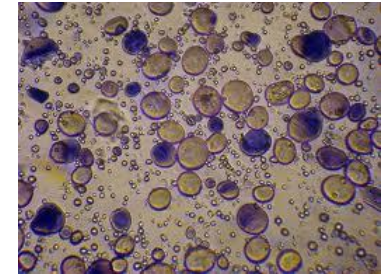
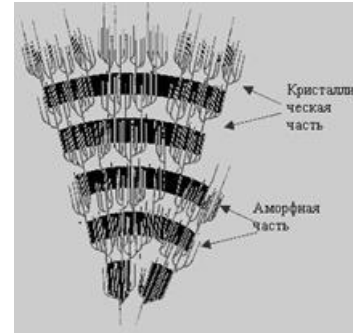
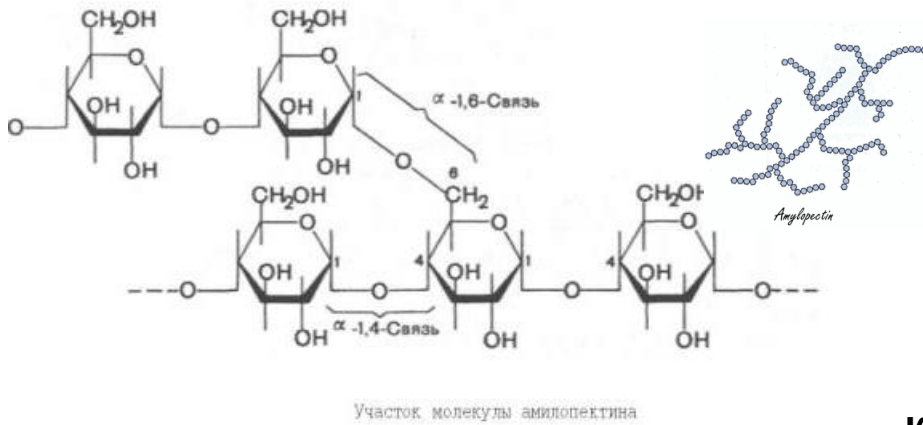
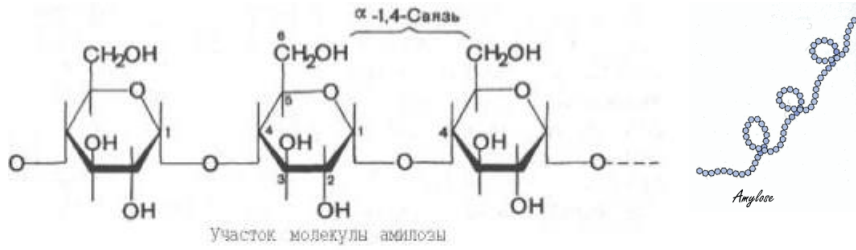


Крахмал

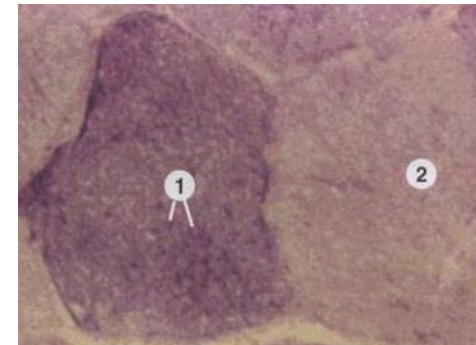
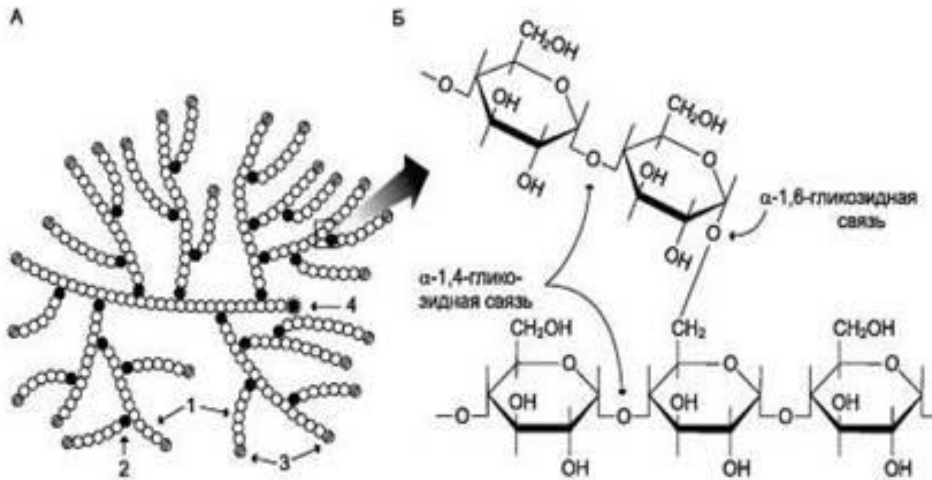


Целлюлоза

Лекция 7 Углеводы Резервные полисахариды



Крахмал

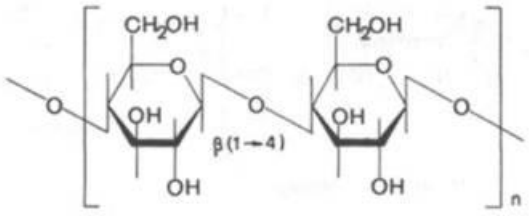


Гликоген

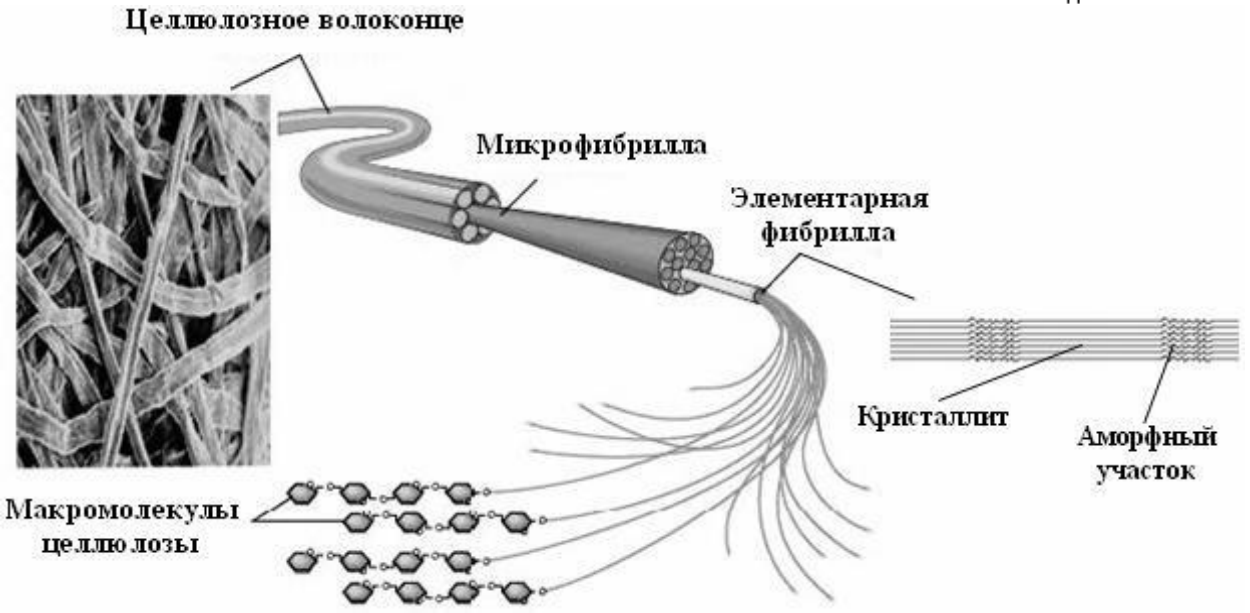
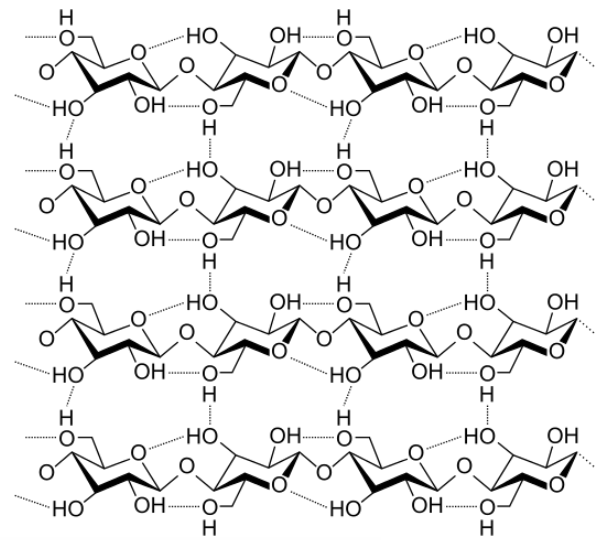
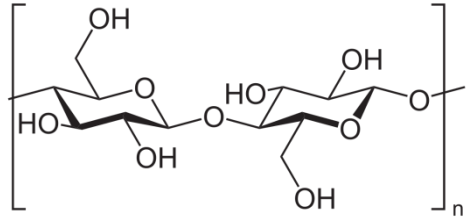
Лекция 7

Углеводы

Структурные полисахариды: целлюлоза



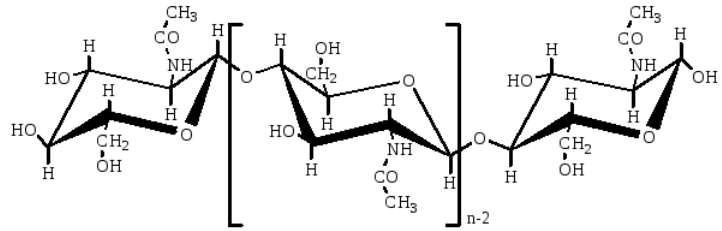
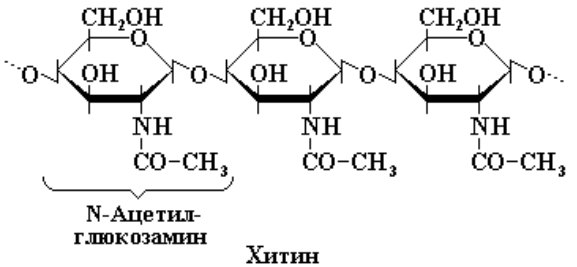
Участок молекулы целлюлозы



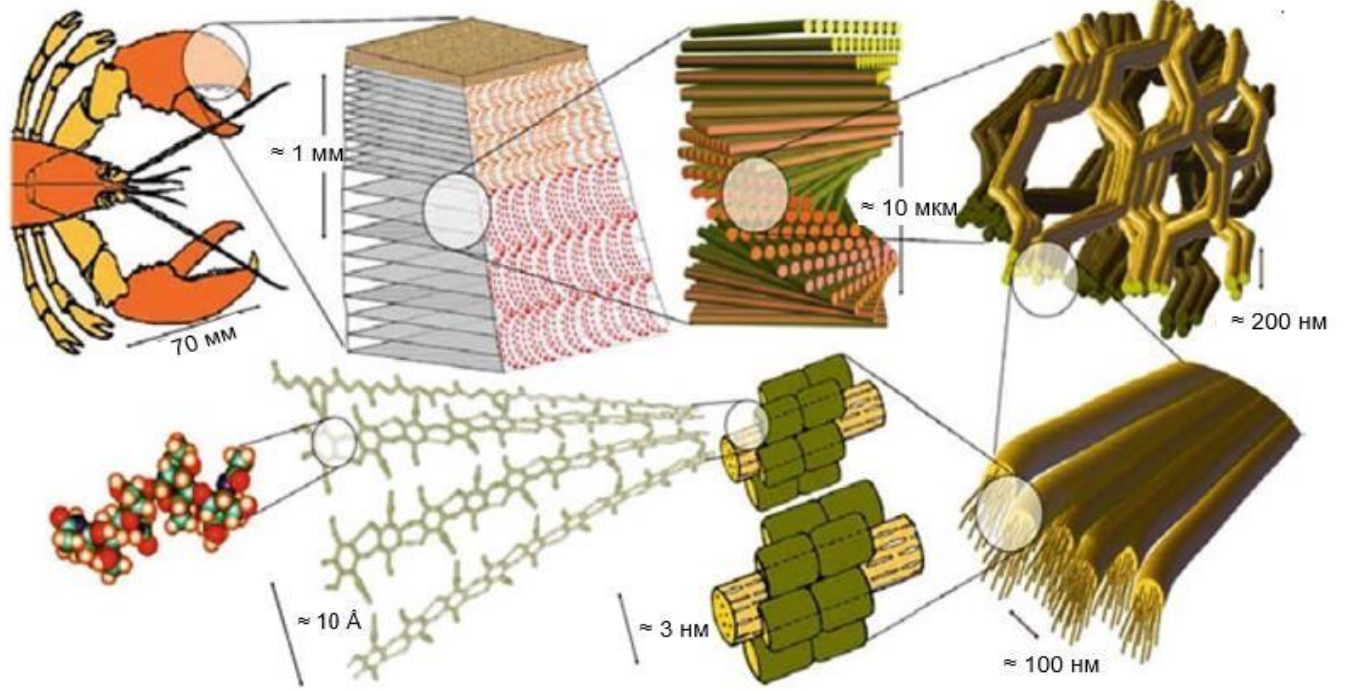
Лекция 7

Углеводы

Структурные полисахариды: хитин



Скрученная слоевая структура или структура Булигана формируется путем стеккинга вращающихся (минерализованных) плоскостей на основе комплекса хитин-белок



Молекулы хитина упакованы антипараллельно, образуя α -хитин

Нанофибриллы содержат 18-25 цепей хитина

Хитин-протеиновые волокна

Лекция 7

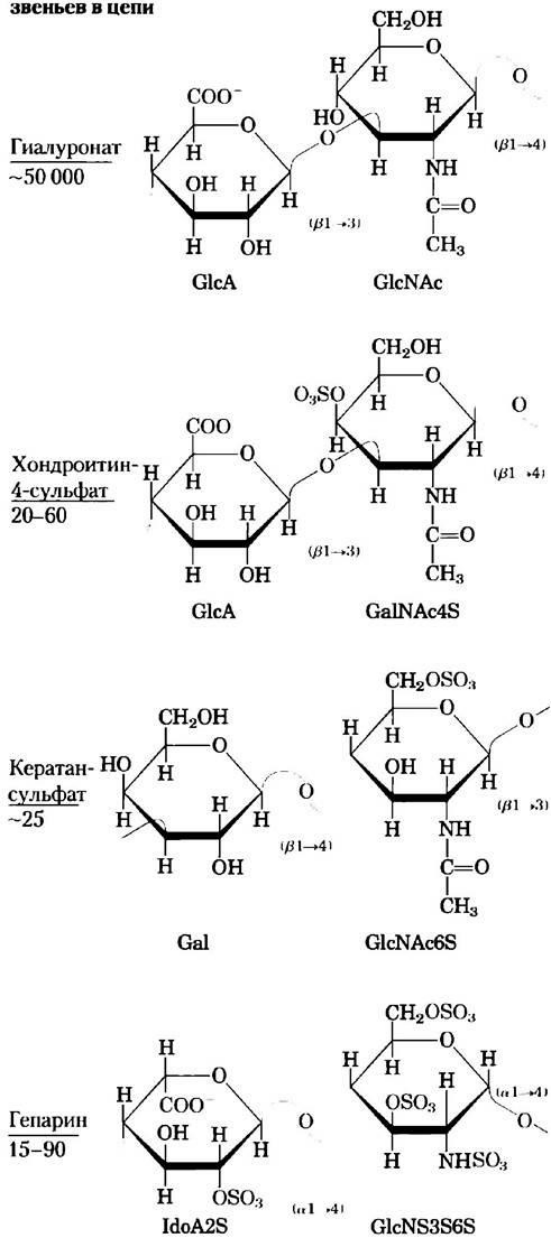
Углеводы

Гликоконъюгаты: протеогликаны и гликопротеины

Протеогликаны	Гликопротеины
Доля углеводов до 80-85 %	Доля углеводов до 15-20%
Имеются уоновые кислоты	Не содержат уоновых кислот
Углеводные цепи крайне велики	Углеводные цепи содержат не более 15 звеньев
Углевод (полисахарид) имеет регулярное строение	Углевод (олигосахарид) имеет нерегулярное строение

Гликозаминогликан
Число
дисахаридных
звеньев в цепи

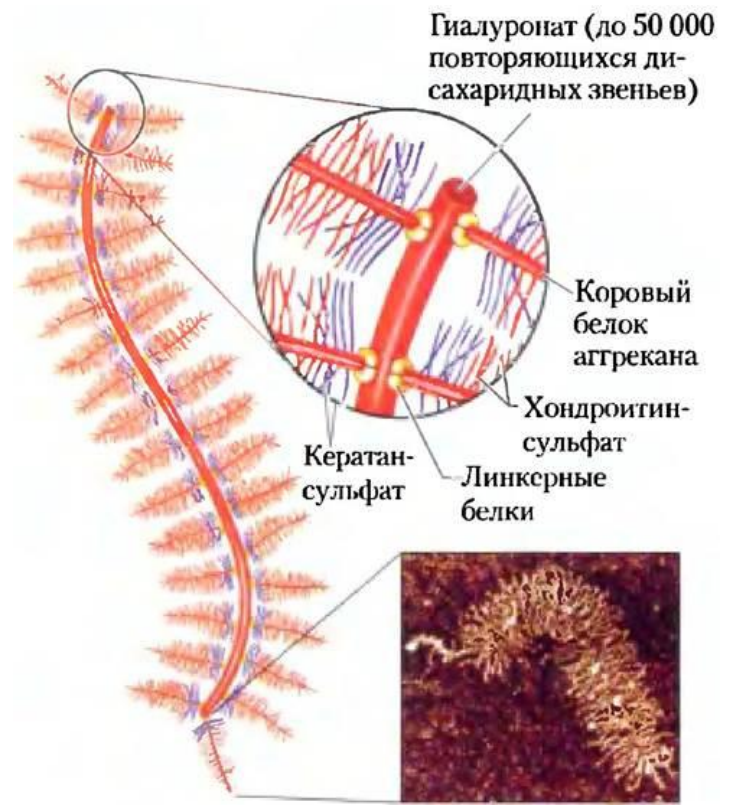
Повторяющееся дисахаридное
звено



Лекция 7

Углеводы

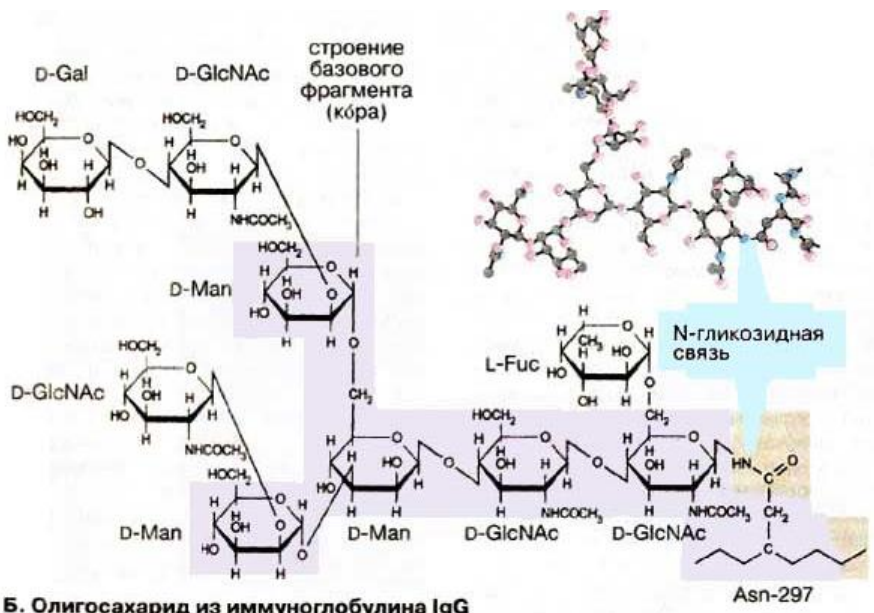
Структурные гетерополисахариды: гликозаминогликаны (протеогликаны)



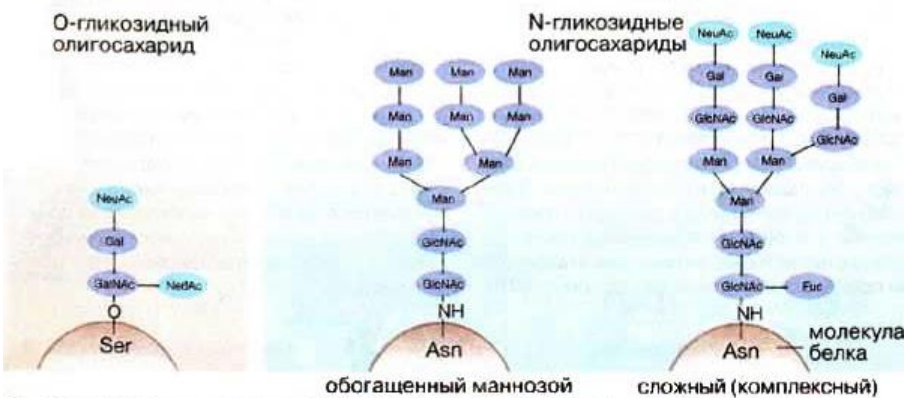
Лекция 7

Углеводы

Олигосахариды в составе гликопротеинов



Б. Олигосахарид из иммуноглобулина IgG



В. Различные типы олигосахаридов в гликопротеинах

