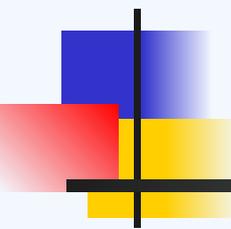


УГЛЕВОДНЫЙ ОБМЕН



Биологическая роль,
переваривание и всасывание
углеводов.



Функции углеводов:

I. Энергетическая функция.

60-70% энергии организм получает за счёт углеводов.

Суточная потребность в углеводах 400 – 500 г.

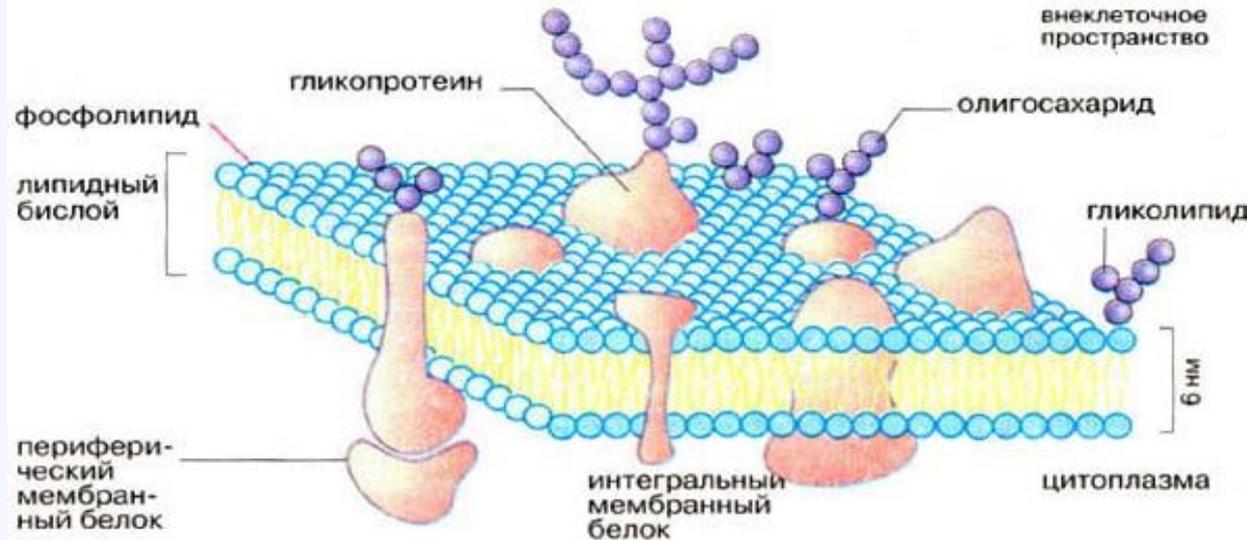
Мозг, кровь, почки, надпочечники живут за счёт углеводов.

При окислении 1 г углеводов выделяется 4,1 ккал энергии.

Резерв энергии – гликоген в мышцах и печени.

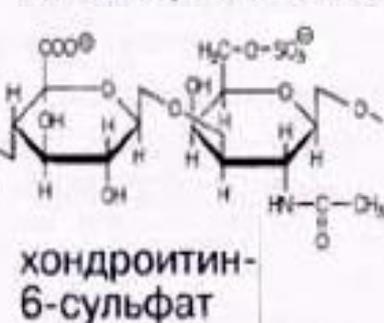
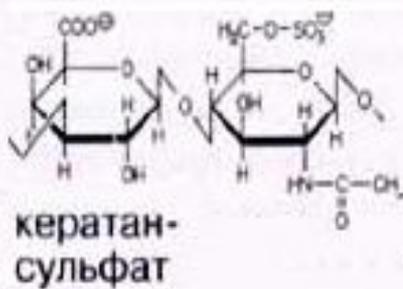
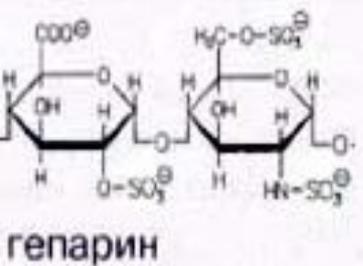
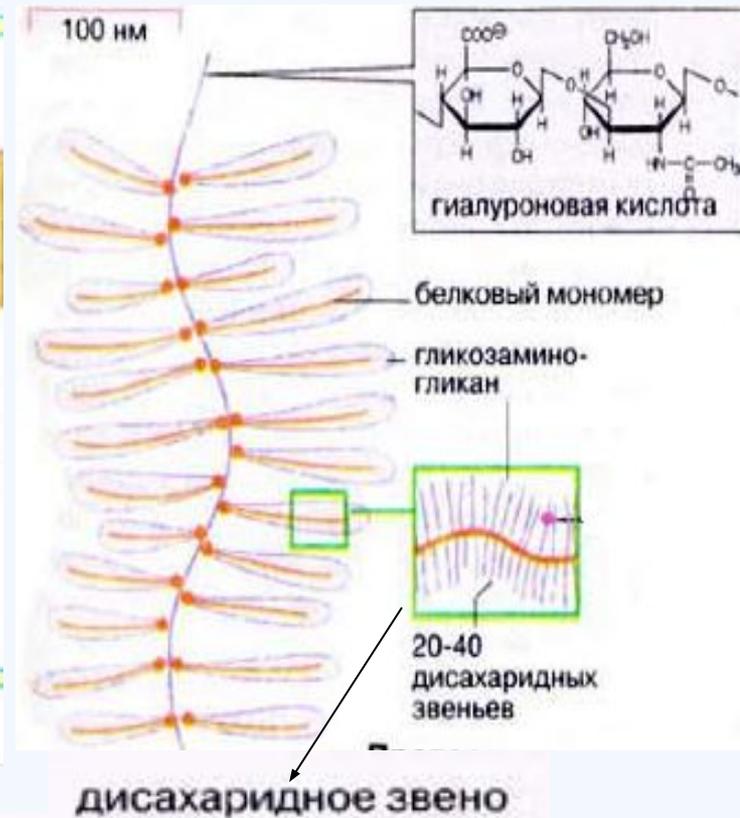
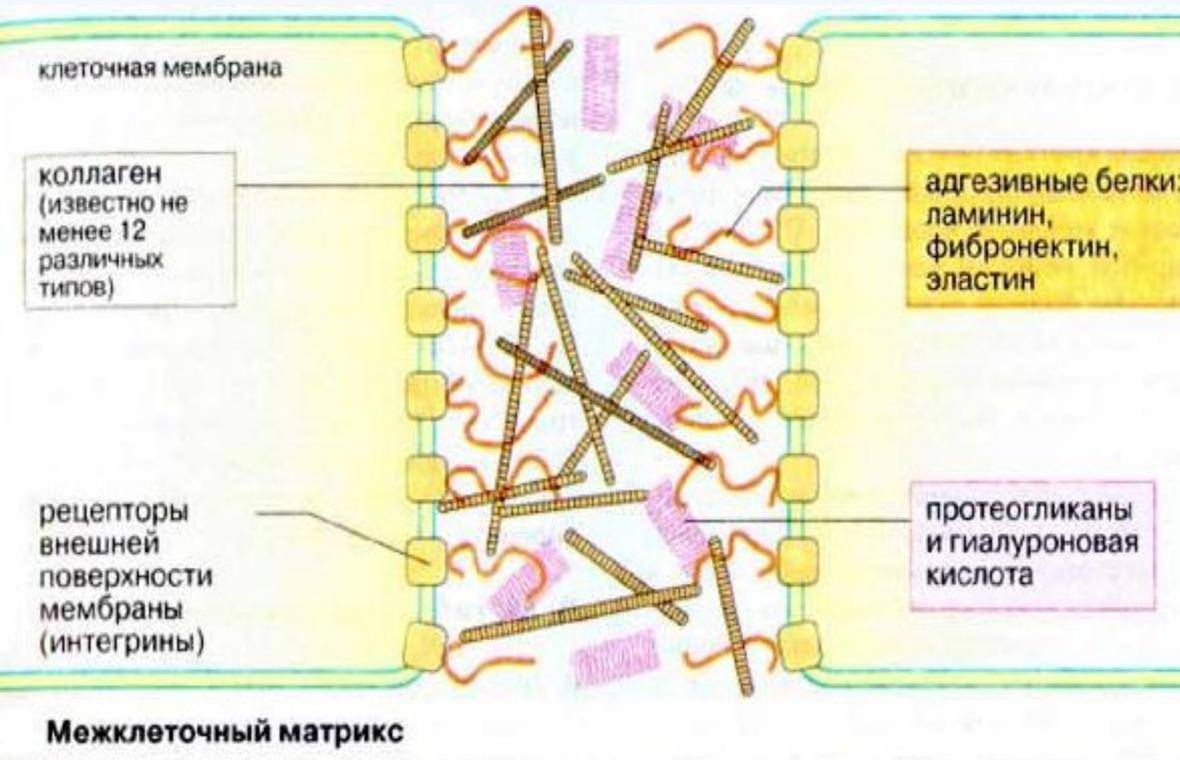
II. Структурная функция.

Углеводы входят в состав мембран, сухожилий.



А. Структура плазматической мембраны

Гликозаминогликаны содержатся в межклеточном матриксе

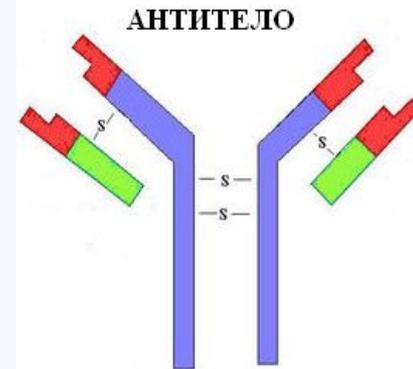
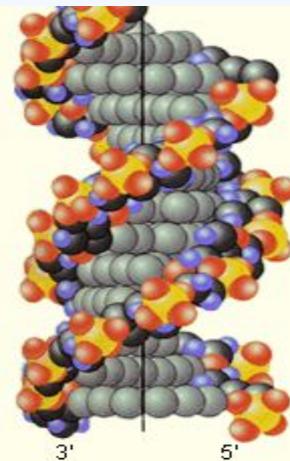


III. Защитная функция.

Углеводы содержатся в слизи и антителах.

v. Углеводы входят в состав биологически активных веществ:

нуклеиновых кислот,
коферментов,
гормонов,
гликолипидов,
гликопротеидов.



v. Глюкурониды участвуют в детоксикации.

VI. Специфические функции углеводов.

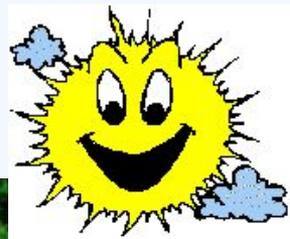
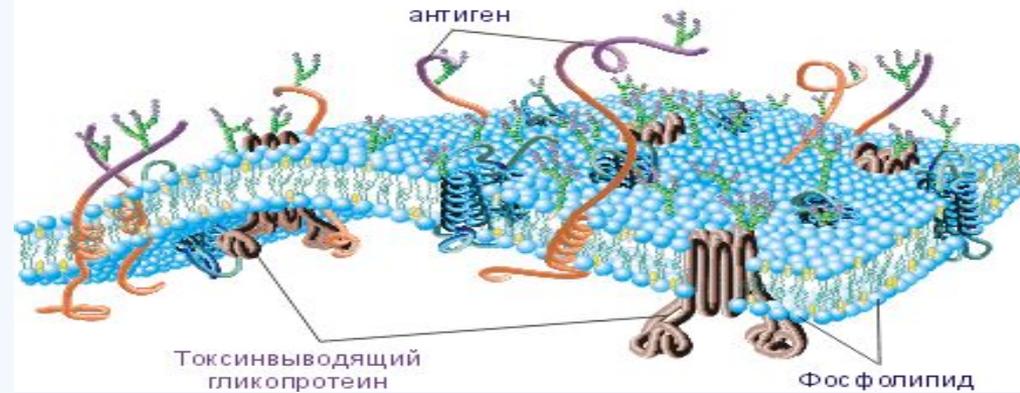
- входят в состав групповых факторов крови,
- гепарин,
- антигены в мембранах

при развитии

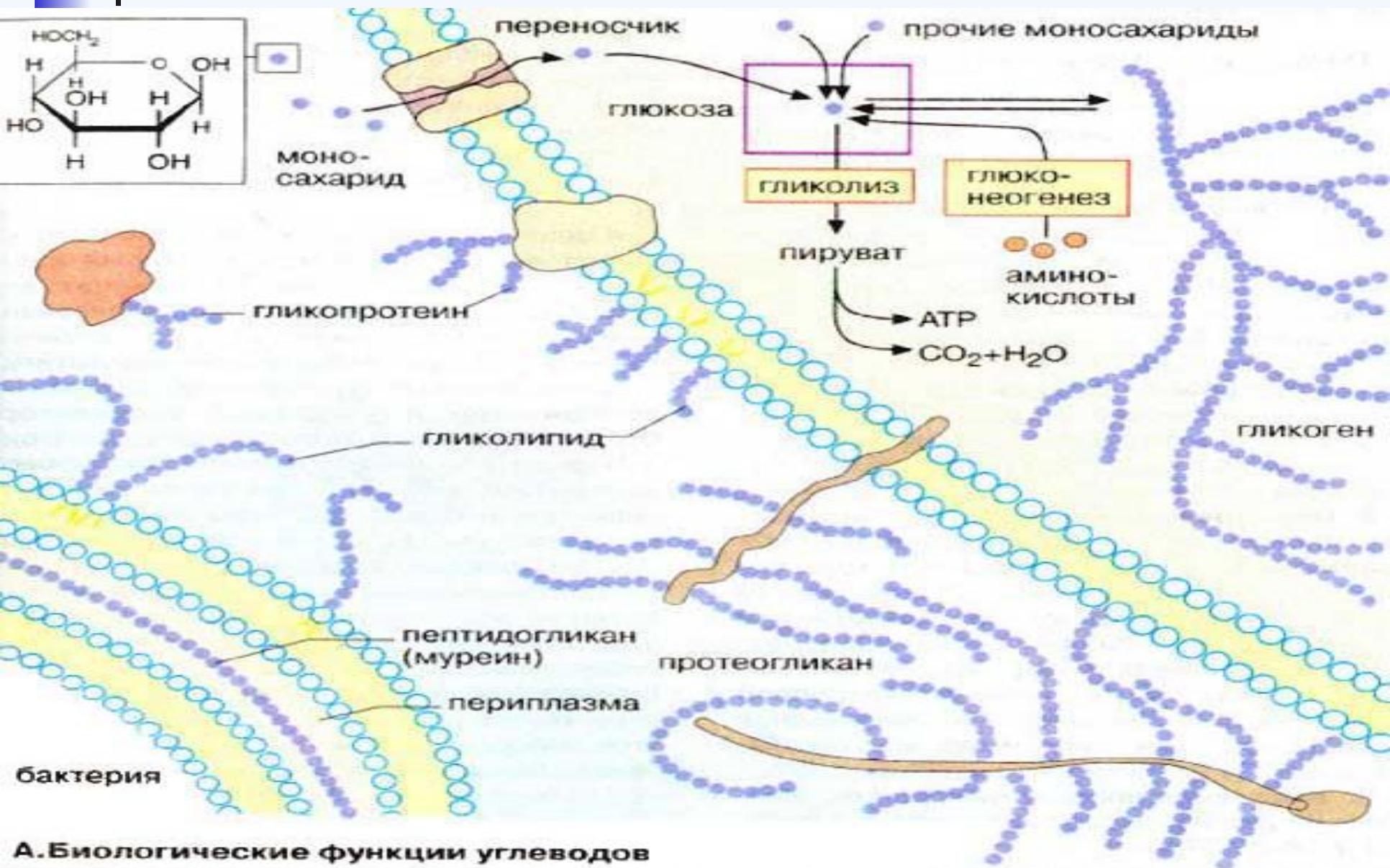
клеточного иммунитета.

- Углеводы – связующее звено между солнцем, растениями, животными, человеком.

В растениях содержится глюкоза, при распаде которой в организме человека освобождается энергия.



Биологические функции углеводов



Углеводы поступают в организм человека с хлебом, растительной пищей.

Основные углеводы пищи:

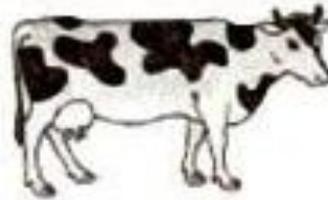
- глюкоза,
- лактоза,
- сахароза,
- крахмал,
- гликоген,
- клетчатка.

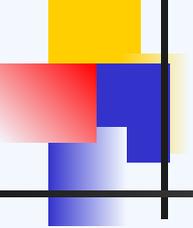


Рис



Макаронны





Переваривание углеводов

- Ферменты, расщепляющие углеводы, относятся к гидролазам, так как осуществляют гидролиз гликозидных связей.

- Переваривание начинается в ротовой полости. α -Амилаза слюны расщепляет α -1,4-гликозидные связи, не гидролизует связи в дисахаридах.

Оптимум pH амилазы – 6,8.

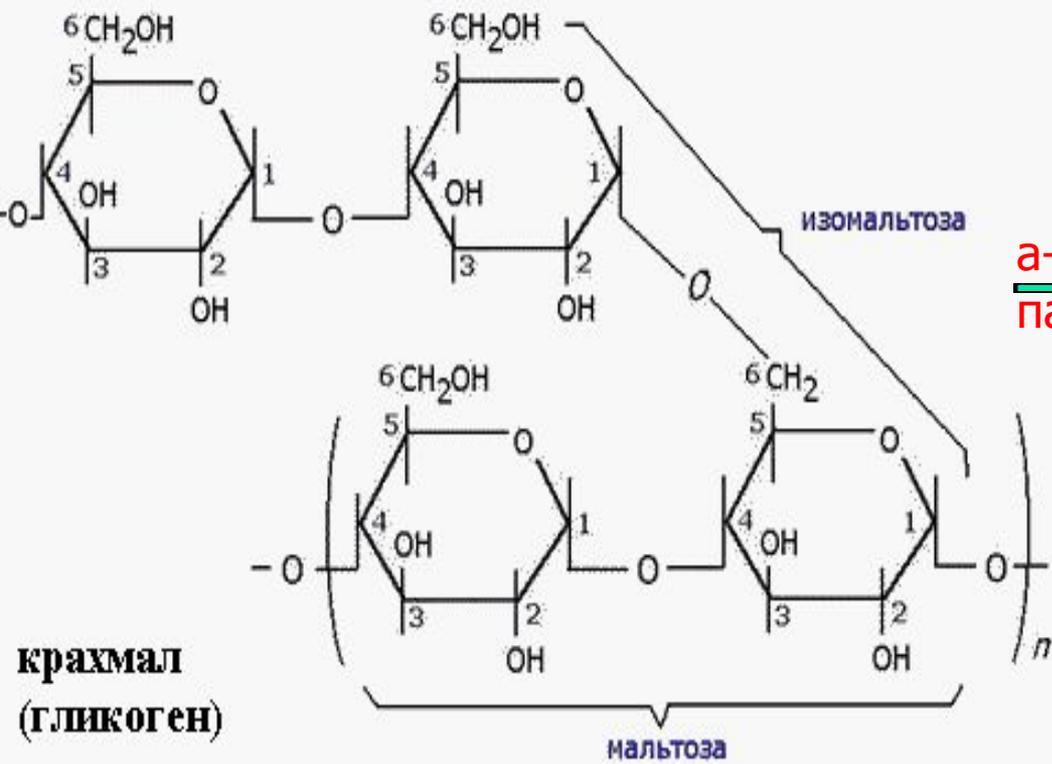
Крахмал расщепляется до декстринов и небольшого количества мальтозы.

- Кислый желудочный сок прекращает действие амилазы, лишь в глубине желудка идёт переваривание углеводов до мальтозы.

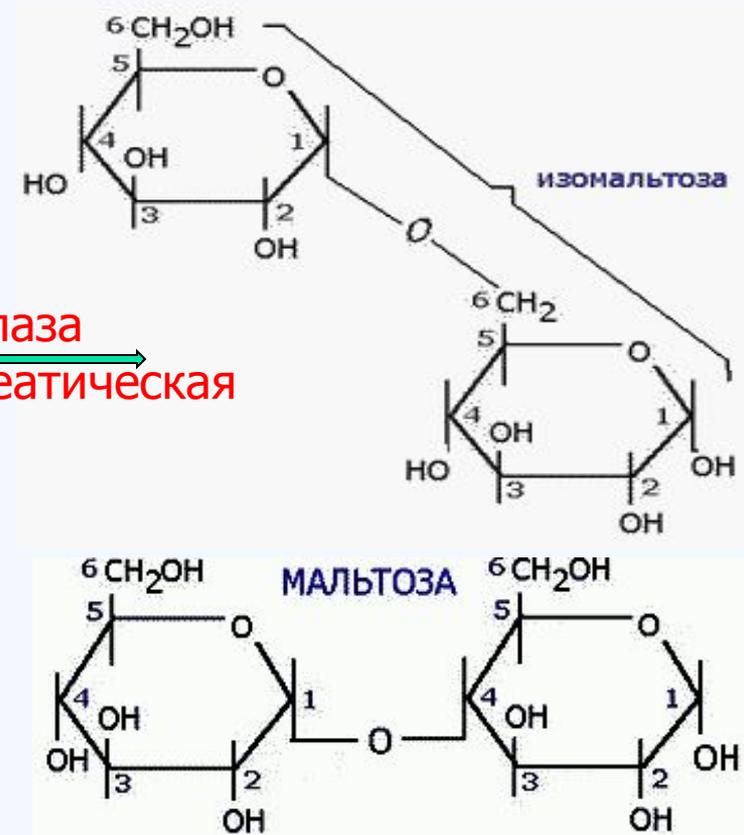
Переваривание углеводов в кишечнике



В двенадцатиперстной кишке
α-амилаза панкреатическая (pH = 7,5-8,0)
завершает переваривание крахмала
и гликогена до мальтозы.



α-амилаза
панкреатическая

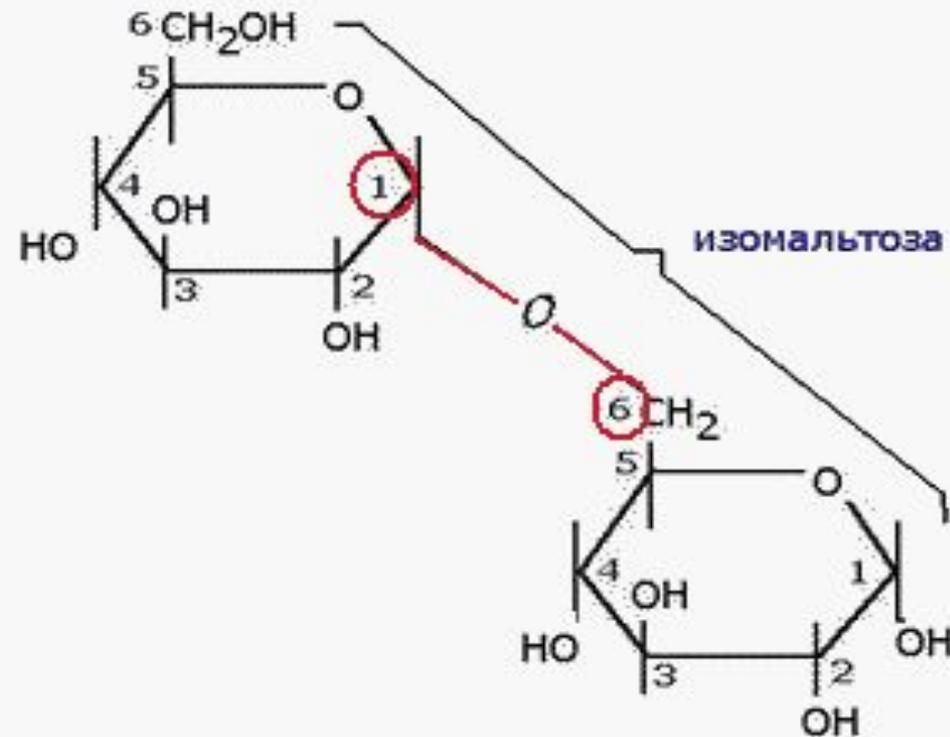
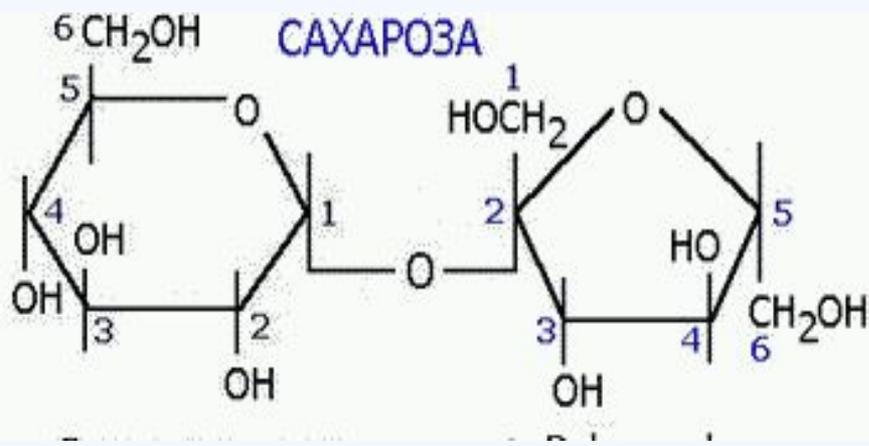


В кишечном соке мальтаза, сахараза, лактаза осуществляют гидролиз дисахаридов на

поверхности клеток и внутри энтероцитов у взрослых.

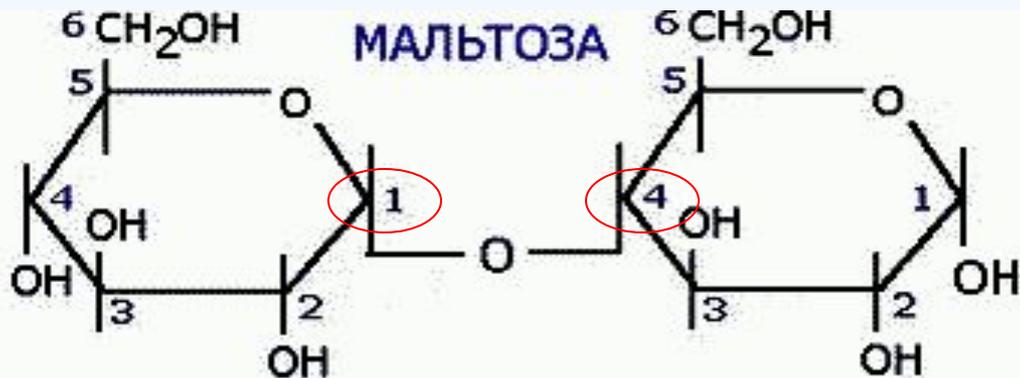
Сахаразо-изомальтазный комплекс гидролизует сахарозу и изомальтозу. Этот комплекс присоединяется к мембране микроворсинок кишечника.

Расщепляет α -1,4- и α -1,6- гликозидные связи.



Гликоамилазный комплекс

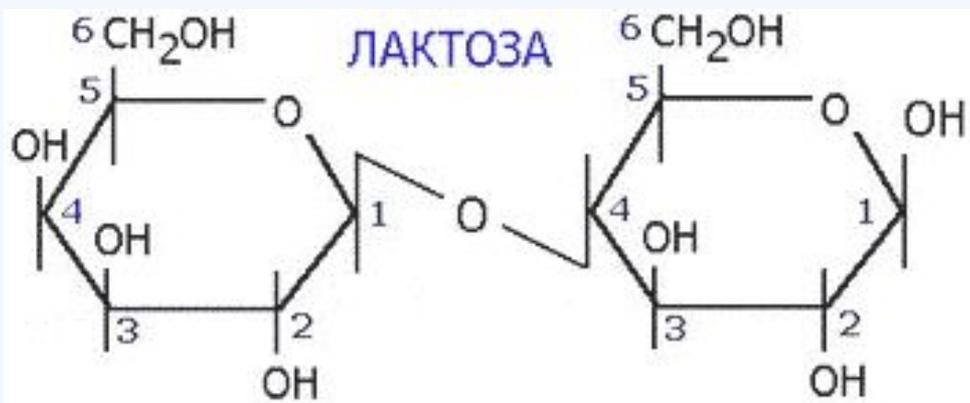
(действует как мальтаза) гидролизует
α-1,4- гликозидные связи в олигосахаридах



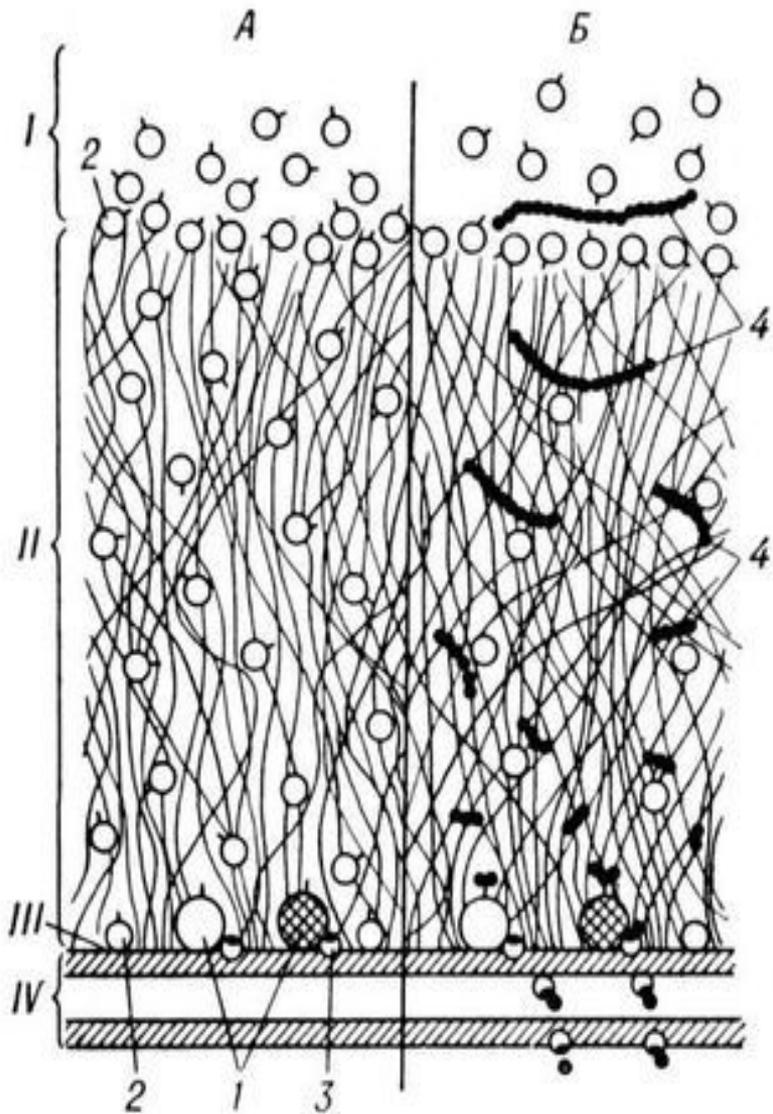
Лактаза кишечного сока гидролизует

β -1,4-гликозидные связи между галактозой

и глюкозой в лактозе.



Наряду с полостным есть мембранное пищеварение, которое происходит на поверхности микроворсинок кишечника.



Собственно кишечные и адсорбированные из полости тонкой кишки ферменты при мембранном пищеварении:

А — распределение ферментов;

Б — взаимоотношение ферментов, переносчиков и субстратов;

I — полость тонкой кишки;

II — гликокаликс;

III — поверхность мембраны;

IV — трёхслойная мембрана кишечной клетки;

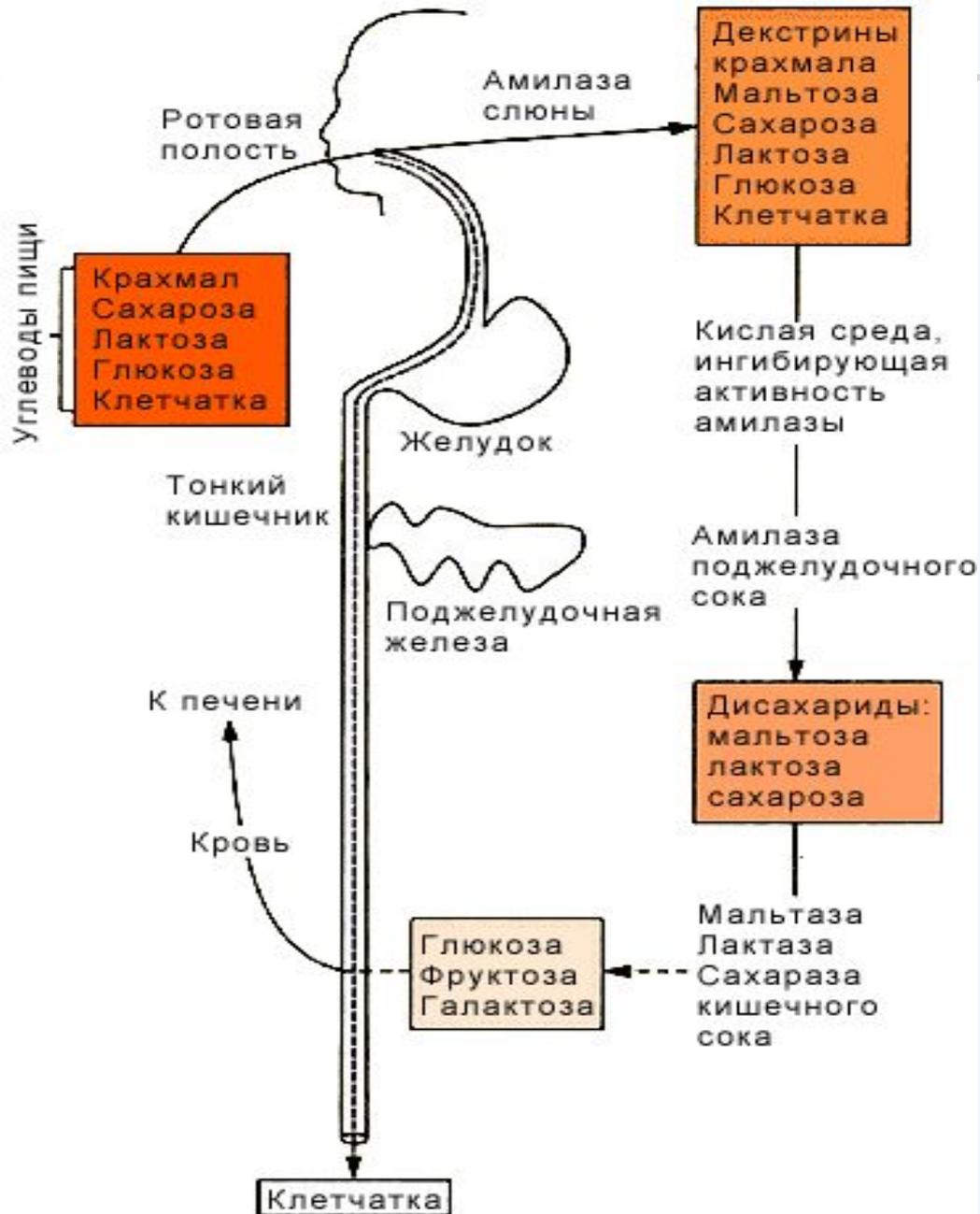
1 — собственно кишечные ферменты;

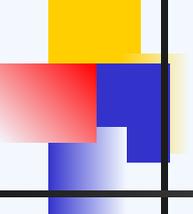
2 — адсорбированные ферменты;

3 — переносчики;

4 — субстраты.

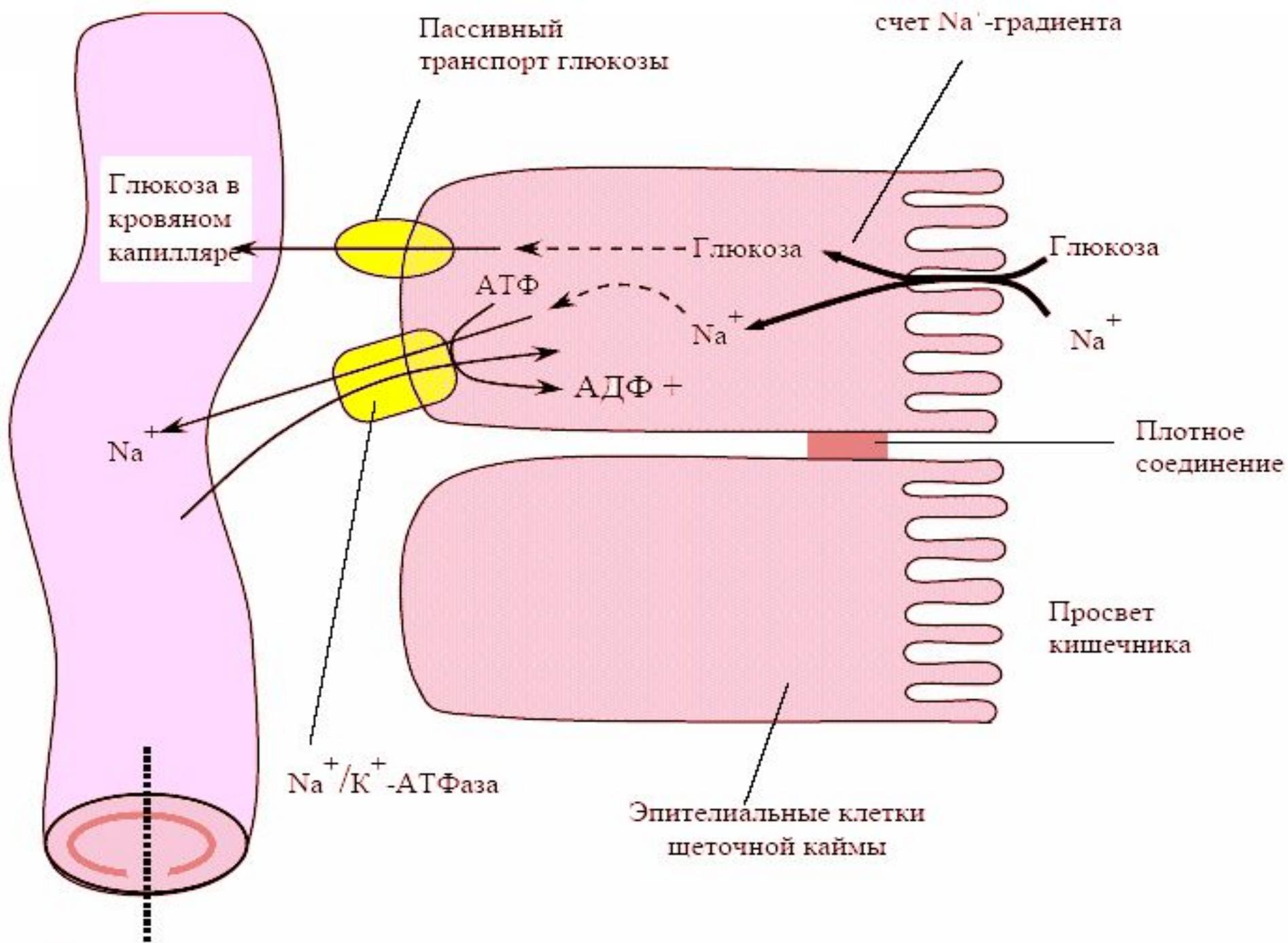
Переваривание углеводов





Механизм трансмембранного переноса глюкозы

- Глюкоза и фруктоза всасываются из кишечника в клетки слизистой оболочки путём облегчённой диффузии с помощью специфических белков – переносчиков.
- Глюкоза и галактоза переносятся в энтероциты путём активного транспорта, зависящего от градиента концентрации ионов натрия.
- Из клеток кишечника в кровь глюкоза поступает в кровь с помощью облегчённой диффузии.
- Из кровотока потребление глюкозы клетками осуществляется путём облегчённой диффузии при участии специальных белков – транспортеров.

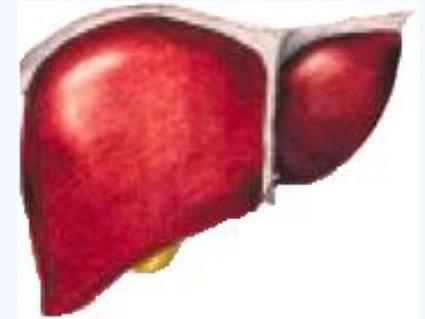


■ Исключение составляют клетки мышц и жировой ткани, где облегчённая диффузия регулируется инсулином.

Без инсулина мембрана этих клеток непроницаема для глюкозы,

так как в ней нет белков-переносчиков для глюкозы

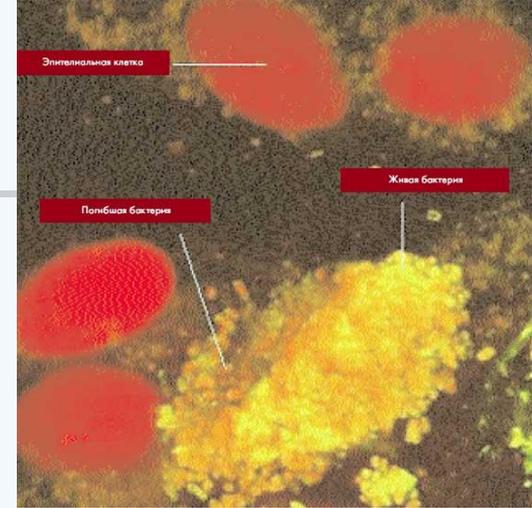
■ В клетки печени глюкоза проходит при участии белка GLUT-2, независимо от инсулина.



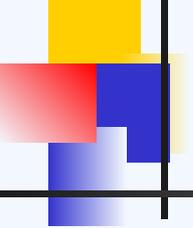
Роль бифидобактерий в переваривании углеводов

Бифидобактерии

- анаэробные молочнокислые бактерии, населяющие кишечник человека,
- составляют 95-98% всей микрофлоры кишечника,
- обнаруживаются уже на 3-5 день после рождения.



Бифидобактерии
под электронным
микроскопом.



Бифидобактерии

- ферментируют углеводы с образованием молочной и уксусной кислот, тем самым способствуя всасыванию углеводов,
- способствуют синтезу витаминов К и В₁,
- непатогенны для человека.

Антагонисты энтеропатогенных и гнилостных бактерий.

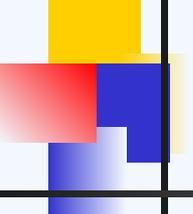
Бифидумбактерин



- препарат из живых лиофилизированных бифидобактерий,
- применяется при дисбактериозе,
- для своей деятельности нуждается в бифидус факторе, которым богато грудное молоко.

Состав бифидус фактора:

- глюкоза,
- галактоза,
- фруктоза,
- N-ацетилглюкозамин.



Мальабсорбция дисахаридов

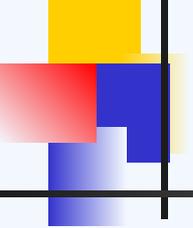
- нарушения всасывания, вызванные расстройствами транспортных механизмов и недостаточностью пищеварительных ферментов.

Различают:

- синдром первичной мальабсорбции (наследственный),
- синдром вторичной мальабсорбции.

Этиология:

- снижение активности ферментов расщепления углеводов и транспортных переносчиков через кишечную стенку,
- недостаточное поступление в кишечник ферментов с пищеварительными соками,
- инактивирование ферментов,
- морфологические изменения тонкой кишки и нарушение перистальтики.



Непереносимость лактозы

- Первичная непереносимость лактозы
Недостаточность лактазы наследуется по аутосомно-рецессивному типу.
Лечение: маленьким детям в молоко добавляют лактазу.
- Приобретённая непереносимость лактозы наблюдается при энтероколитах, язвенных колитах.

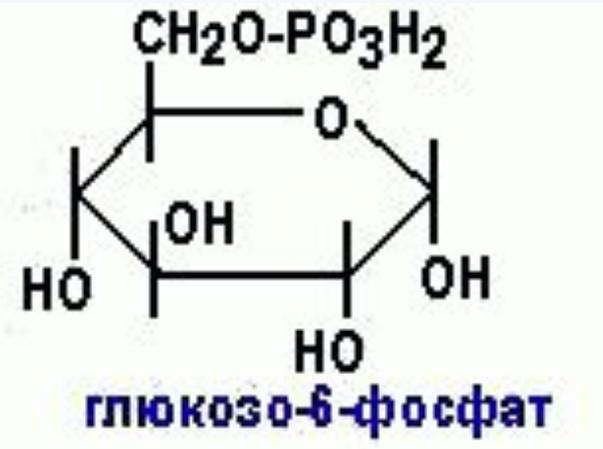
Симптомы:

метеоризм, диарея при употреблении молока.

У взрослых чаще бывает приобретённая непереносимость глюкозы.

При непереносимости лактозы наблюдается лактозурия.

Фосфорилирование (активация) - первая стадия любых дальнейших превращений моносахаридов



Гексокиназная реакция –
ключевая реакция углеводного обмена.

Гексокиназа

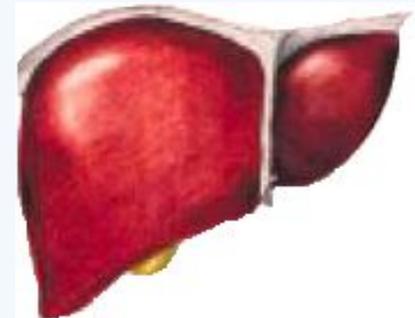
- обладает высоким сродством к глюкозе, то есть скорость реакции максимальна при низкой концентрации субстрата ($K_m < 0,1$ ммоль/л),
- ингибируется глюкозо-6-фосфатом.

Глюкокиназа

- имеет K_m – 10 ммоль/л,
- не ингибируется глюкозо-6-фосфатом,
- есть только в печени.

Активность глюкокиназы в 10 раз больше активности гексокиназы.

Во время пищеварения в печень поступают большие количества глюкозы, возрастает активность глюкокиназы, что предотвращает чрезмерное повышение уровня глюкозы в периферической крови.

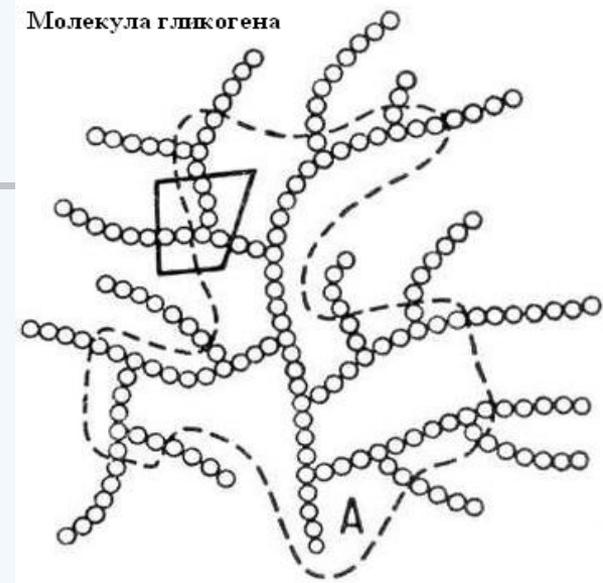


Пути превращения глюкозо-6-фосфата в организме



Гликоген

Молекула гликогена



В организме человека
содержится до 450 г гликогена

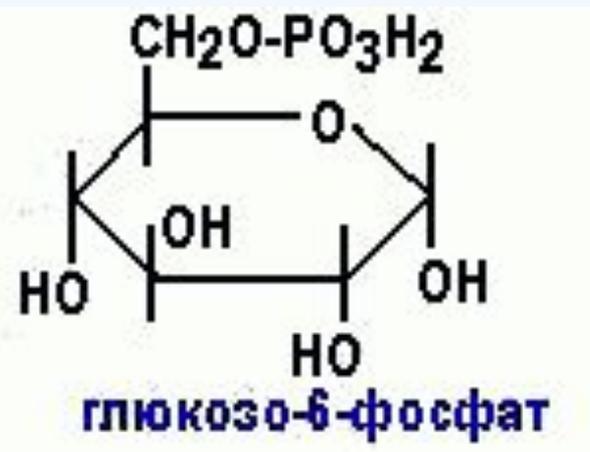
Депо гликогена:

- скелетные мышцы (2/3 общего гликогена),
- печень (1/3 общего гликогена).

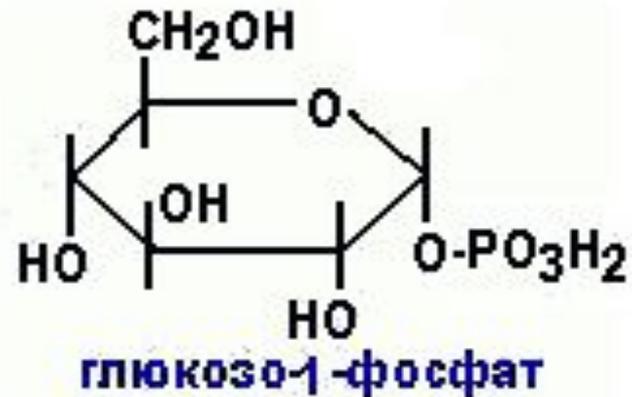
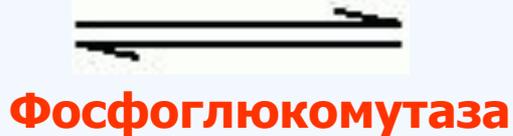
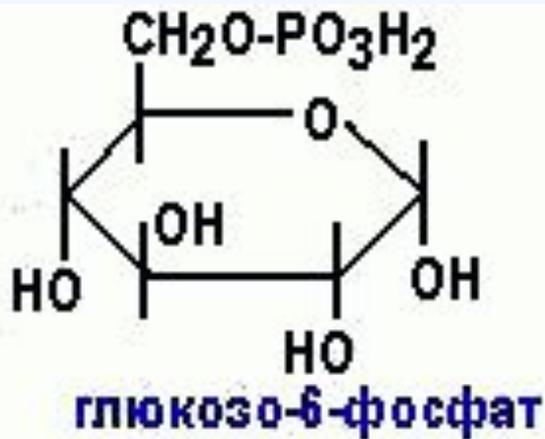


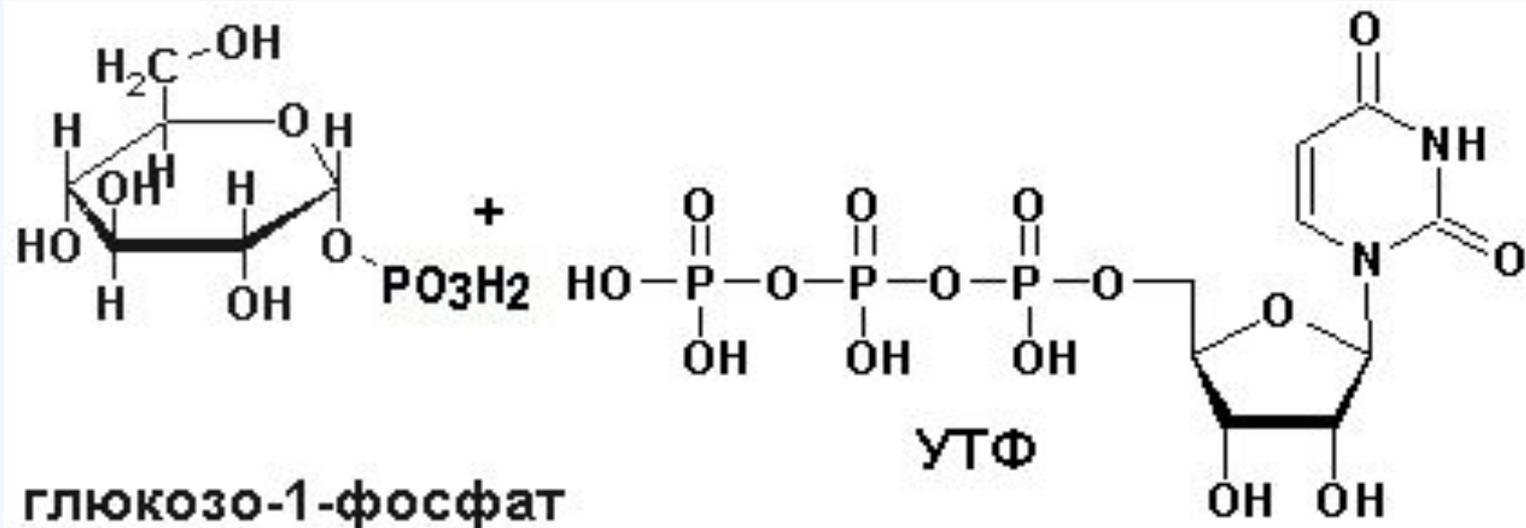
Синтез гликогена

Гексокиназная реакция

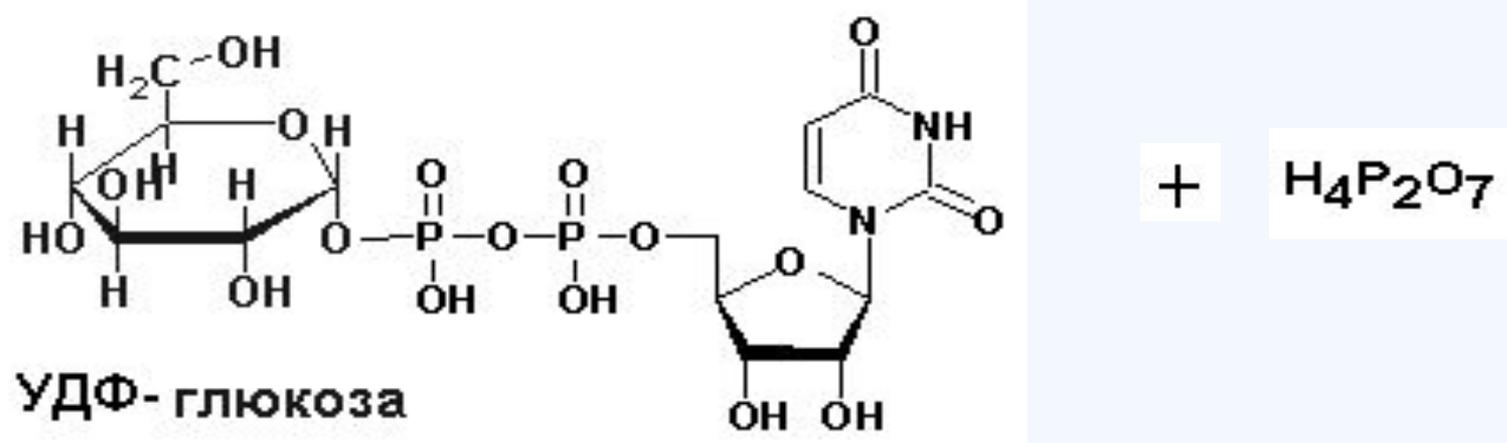


Под влиянием фермента
фосфоглюкомутазы глюкозо-6-фосфат
переходит в глюкозо-1-фосфат

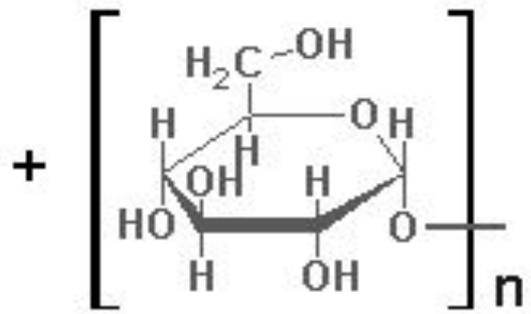
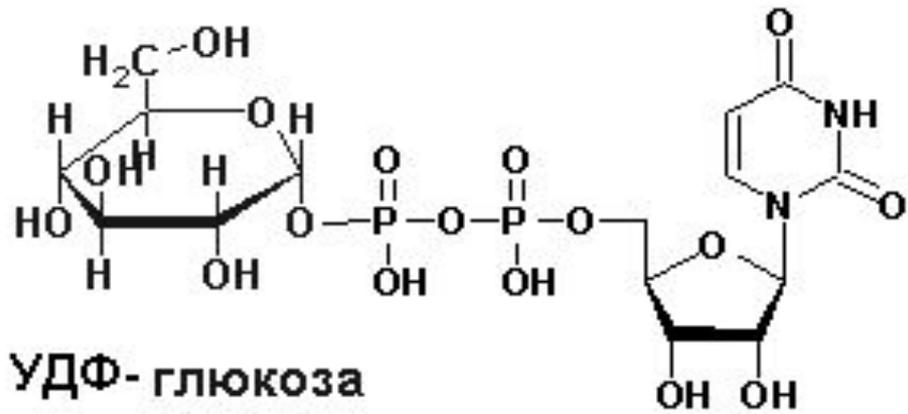
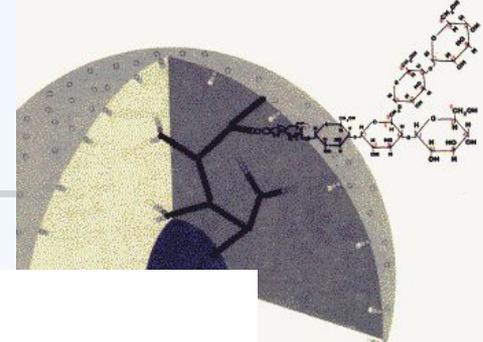




УДФ-пирофосфорилаза

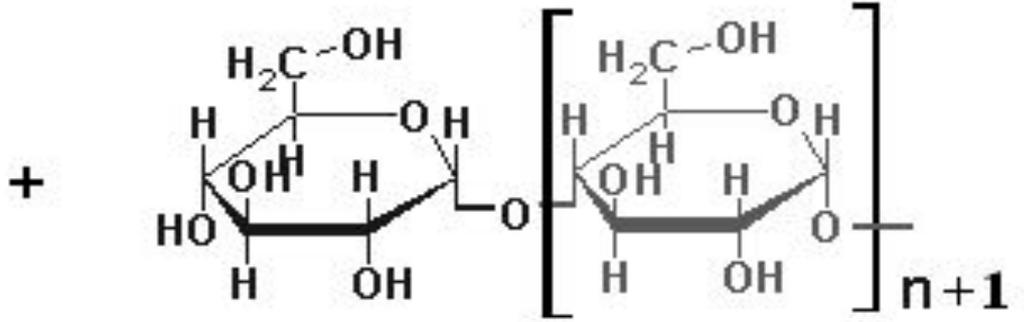
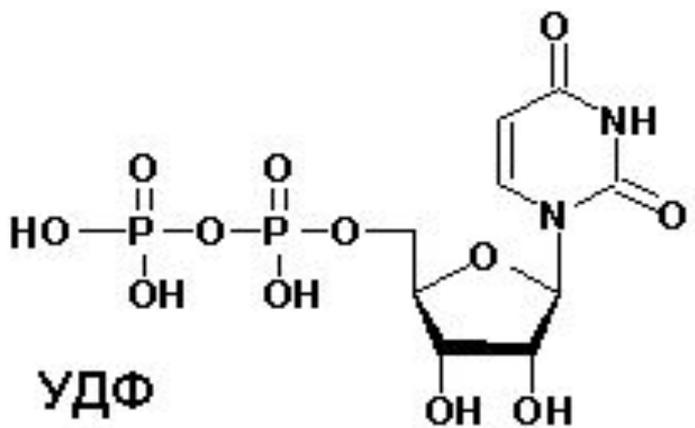


Нарастание цепи гликогена



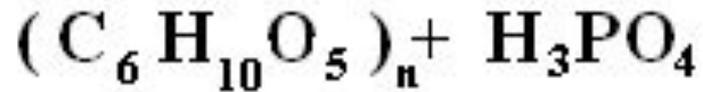
растущая цепь гликогена

Гликогенсинтаза



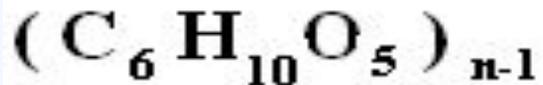
ГЛИКОГЕН

Распад гликогена (гликогенолиз)



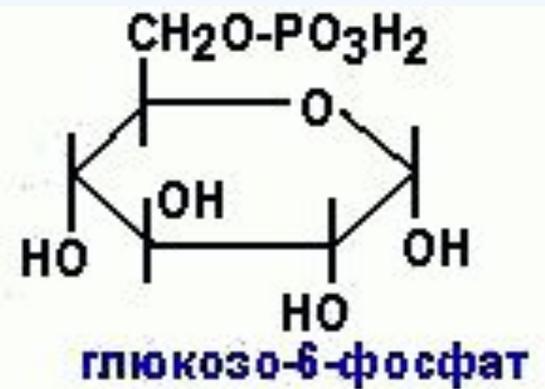
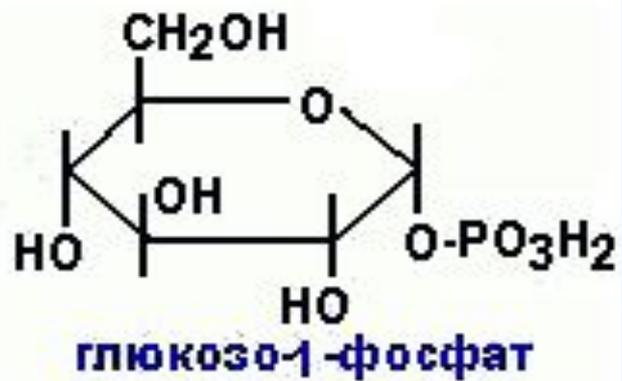
Гликоген

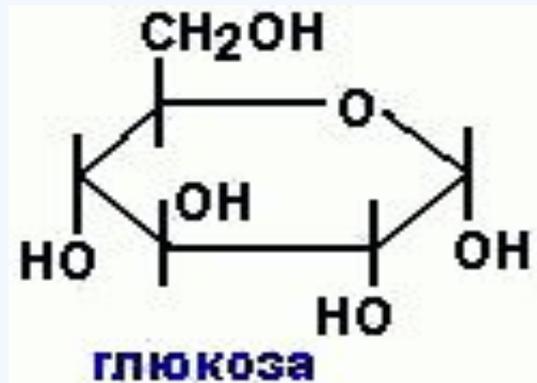
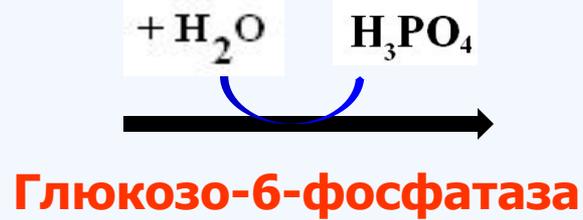
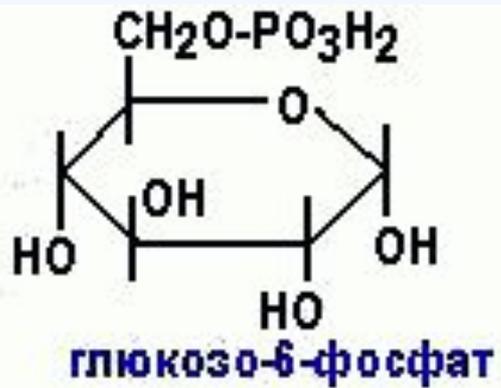
Фосфорилаза



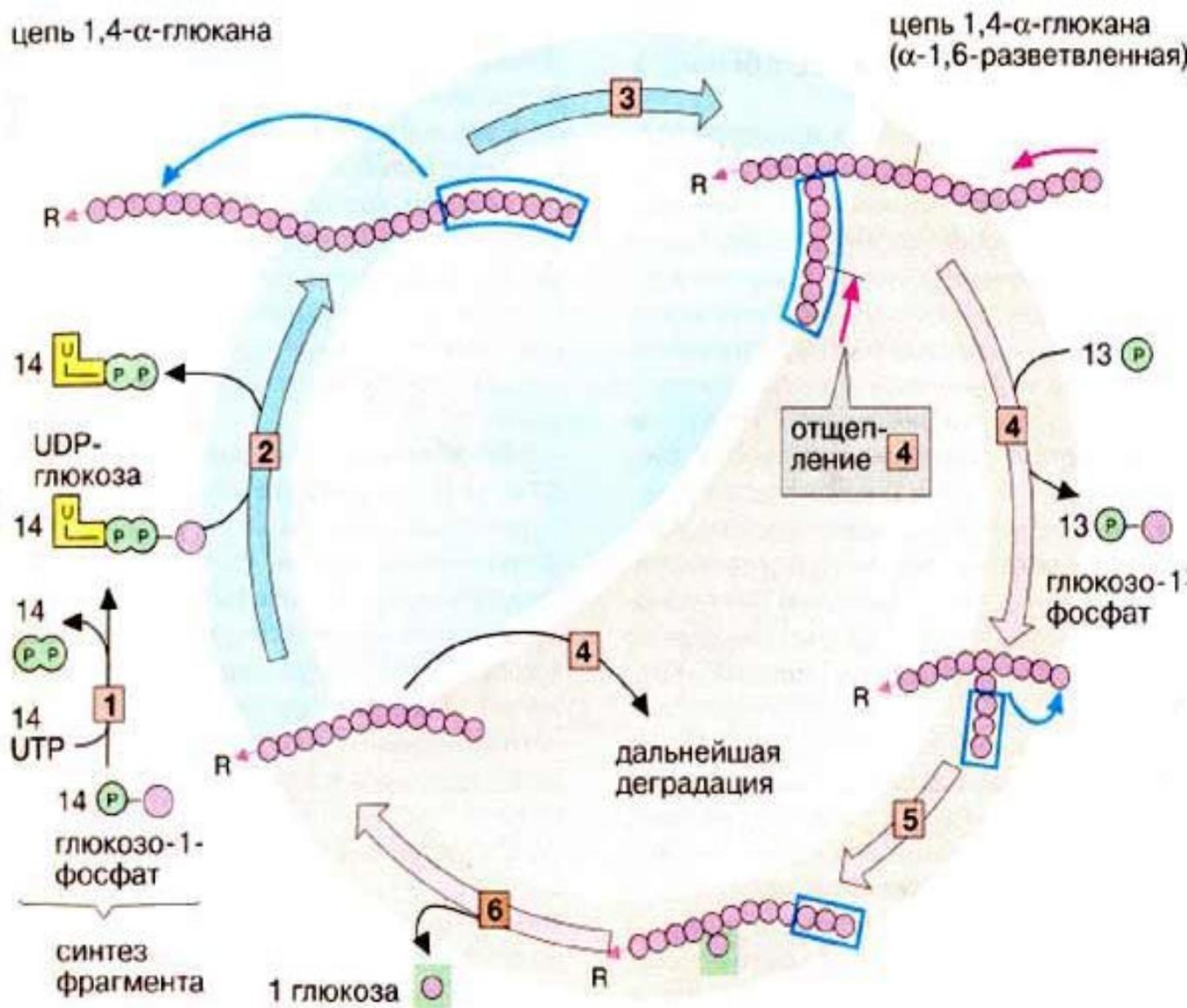
+







Метаболизм гликогена



1 UDP-глюкозо-1-фосфат-уридилтрансфераза 2.7.7.9

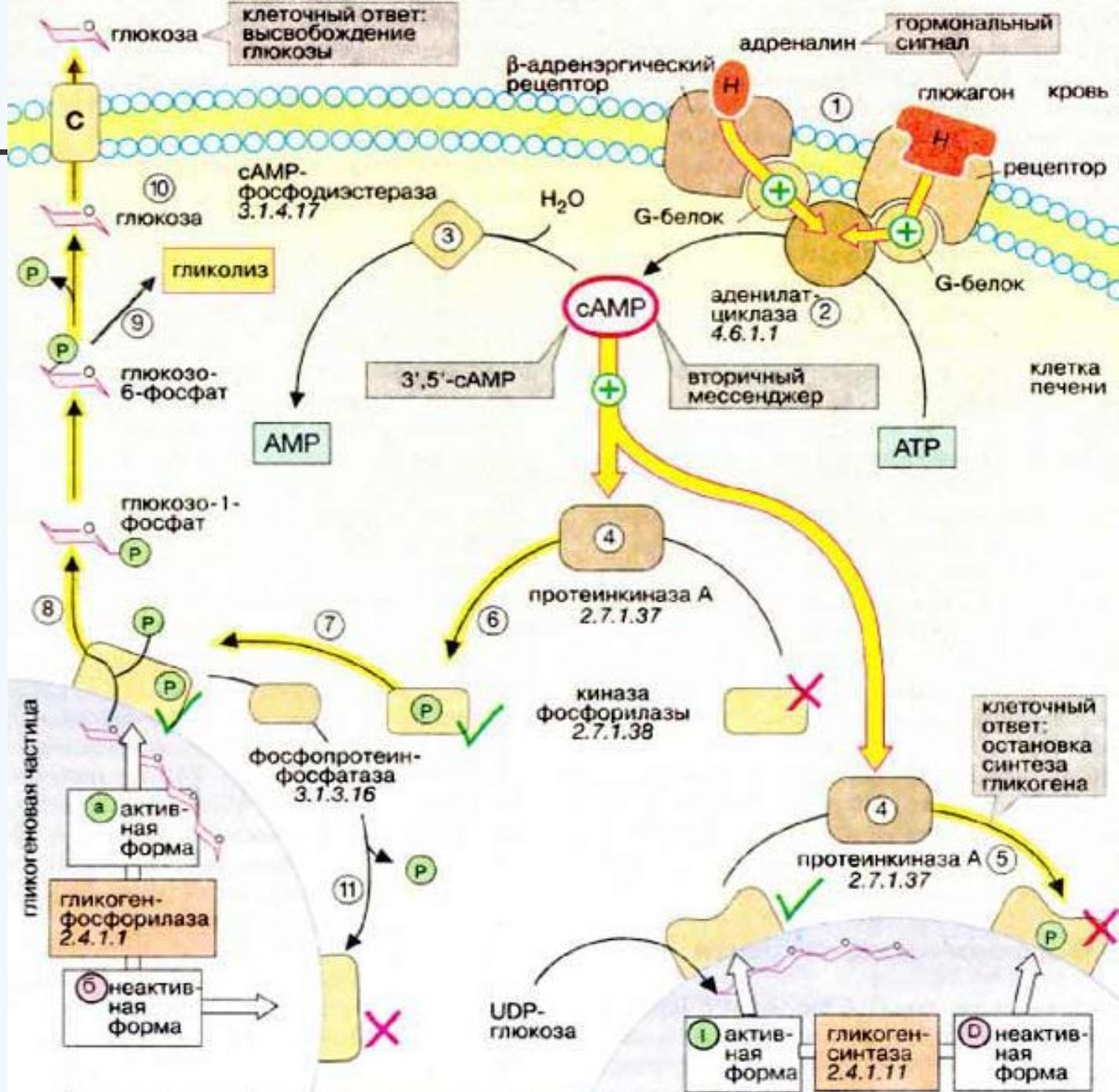
2 гликоген-синтаза 2.4.1.11

3 глюкан-разветвляющий фермент 2.4.1.18

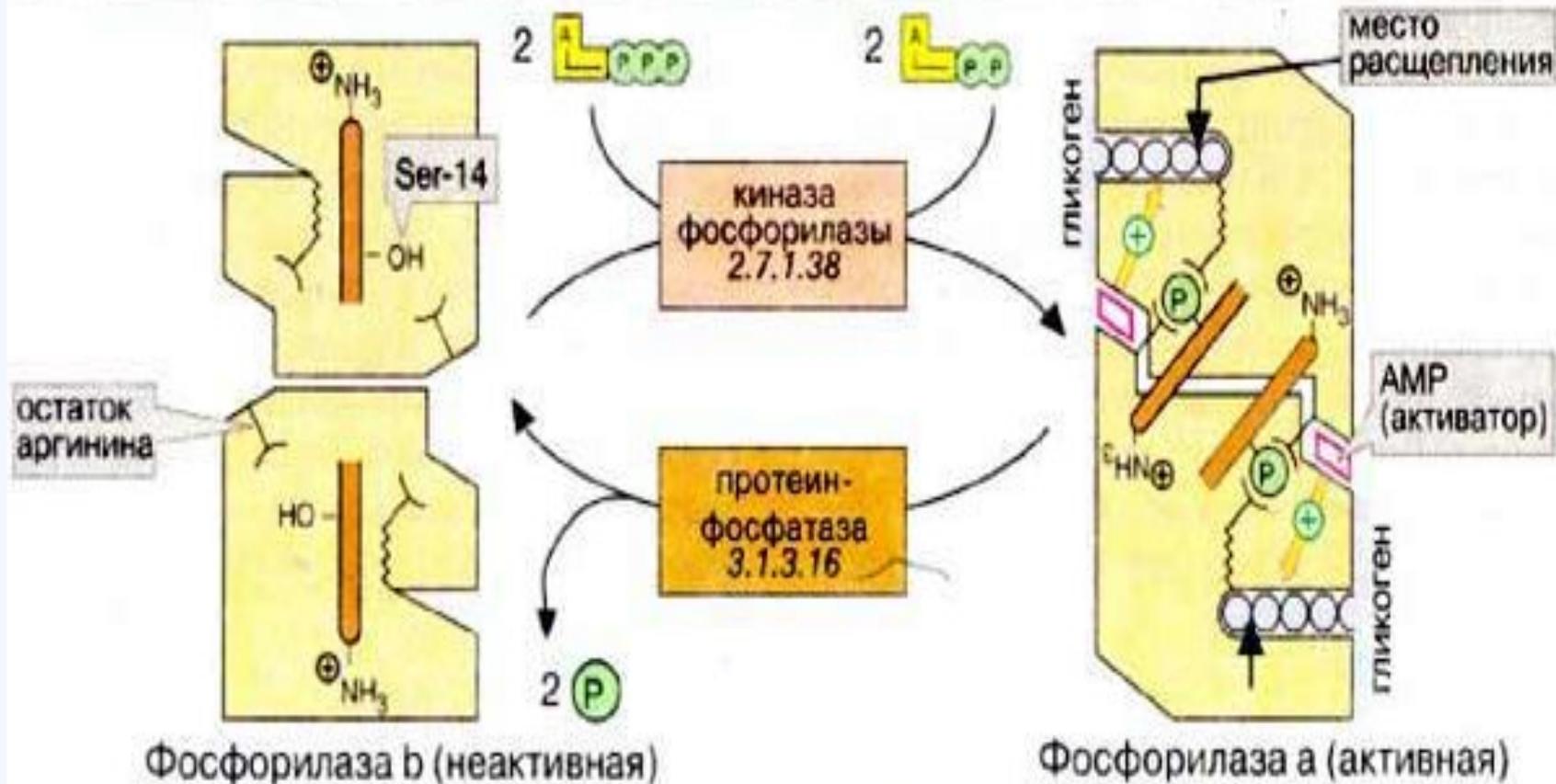
4 гликоген-фосфорилаза 2.4.1.1

5 4'-α-глюканотрансфераза 2.4.1.25

6 амило-1,6-глюкозидаза 3.2.1.33

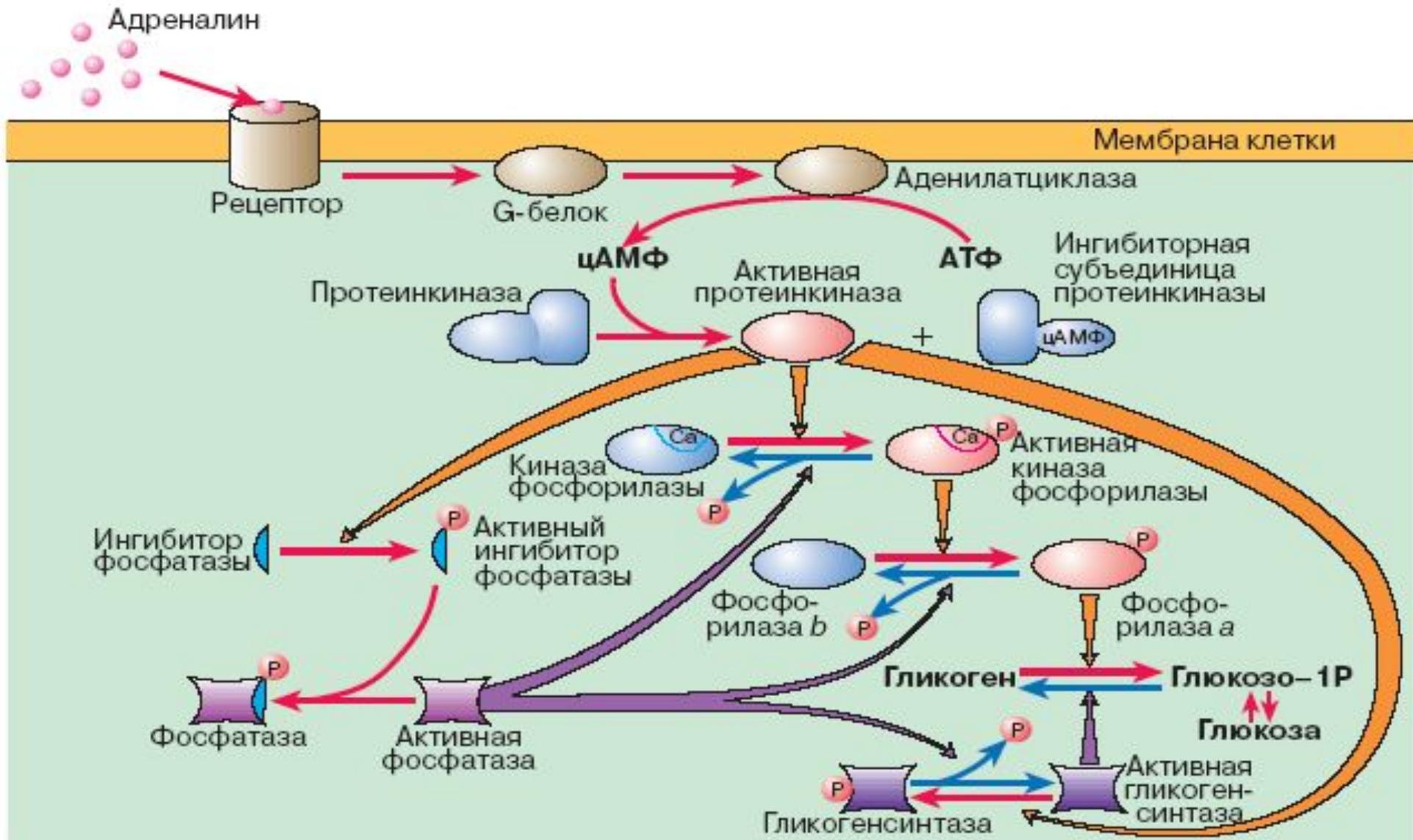


Гормональный контроль расщепления гликогена



Взаимопревращение гликоген-фосфоорилазы

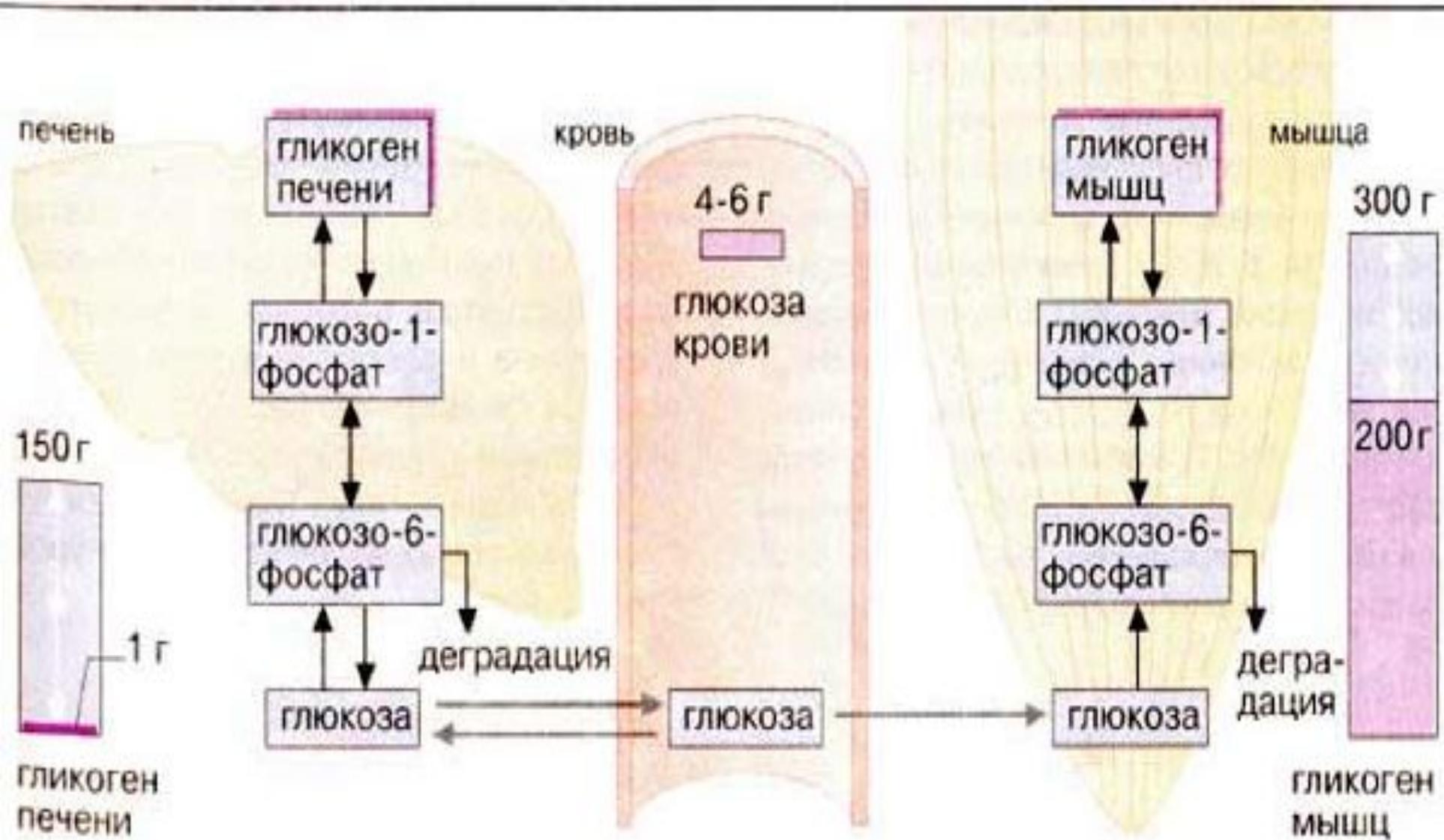
Влияние адреналина на обмен гликогена



Функциональные отличия гликогена печени и мышц

	Печень	Скелетные мышцы
Фермент глюкозо-6-фосфатаза	есть	нет
Распад	до глюкозы	до лактата
Кровь, оттекающая от органа	содержит глюкозу	содержит лактат
Функция гликогена	Поддержание уровня глюкозы	Резерв энергии

Баланс гликогена



Б. Баланс гликогена