

# **КЛАССИФИКАЦИЯ И ПЕРЕВАРИВАНИЕ УГЛЕВОДОВ. ГЛИКОГЕН**

---

**к.б.н., доц. Анастасия Александровна Анашкина**

# Углеводы -

- многоатомные спирты, содержащие альдегидную или кето- группу.



## Функции

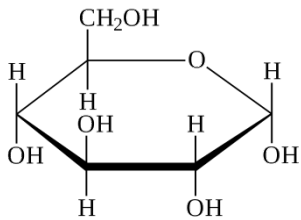
- Энергетическая (глюкоза, фруктоза, (при окислении 1 г углеводов выделяется 17 кДж энергии - 4,1 ккал).
- Резервная (гликоген).
- Структурная (протеогликаны соединительной ткани).
- Источники атомов углерода для других веществ (липиды, нуклеотиды).
- Защитная (гликопротеины - иммуноглобулины).
- Участвуют в детоксикации ксенобиотиков.

# Классификация углеводов

Содержат 1 структурную единицу

**моносахариды**

глюкоза (глюкозо-6-фосфат), фруктоза, галактоза, рибоза

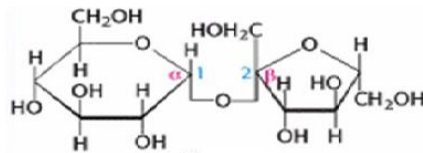


глюкоза

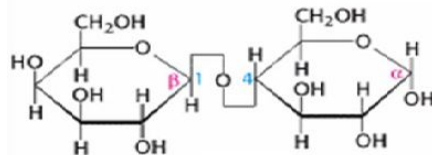
2-10 моносахаридов

**олигосахариды**

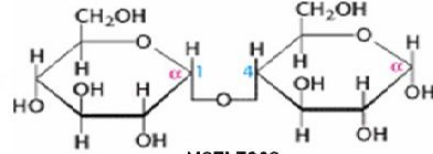
сахароза, мальтоза, лактоза



Сахароза



лактоза



мальтоза

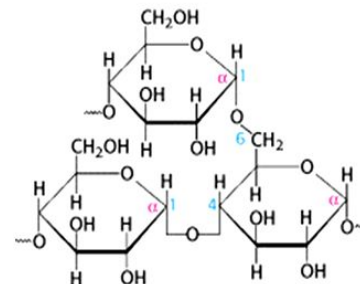
Более 10 моносахаридов

**полисахариды**

Одинаковые мономеры

**гомополисахариды**

крахмал, целлюлоза, гликоген



Разные мономеры

**гетерополисахариды**

гиалуроновая кислота, кератансульфаты, хондроитинсульфаты, гепарансульфаты, гепарин

# Отличия гликопротеинов и протеогликанов

## гликопротеины

- Белок 90-95%
- Содержат олигосахариды
- Функции:
  - рецепторная;
  - гормональная, ферментативная;
  - защитная (иммуноглобулины, свертывающая система);
  - белки клеточной поверхности и биологических жидкостей.

## протеогликаны

- Белок 5-10%
- Содержат гликозаминогликаны
- Функции:
  - белки межклеточного матрикса;
  - депонирование воды и ионов;
  - минерализующая;
  - тургор ткани;
  - формирования гистогематических барьеров.

# ПЕРЕВАРИВАНИЕ УГЛЕВОДОВ

---

# Пищевые углеводы

- Крахмал – главный источник глюкозы (суточное потребление – 300-400 г), в растительной пище.
- Сахароза – основной подсластитель пищи (суточное потребление – не более 50-70 г).
- Лактоза – углевод молока, основной источник углеводов для грудных детей.
- Мальтоза в пиве.
- Фруктоза – основной углевод ряда фруктов и мёда, компонент сахарозы.
- Глюкоза - основной углевод фруктов, компонент сахарозы.
- В животной пище - гликоген.
- Пищевые волокна.



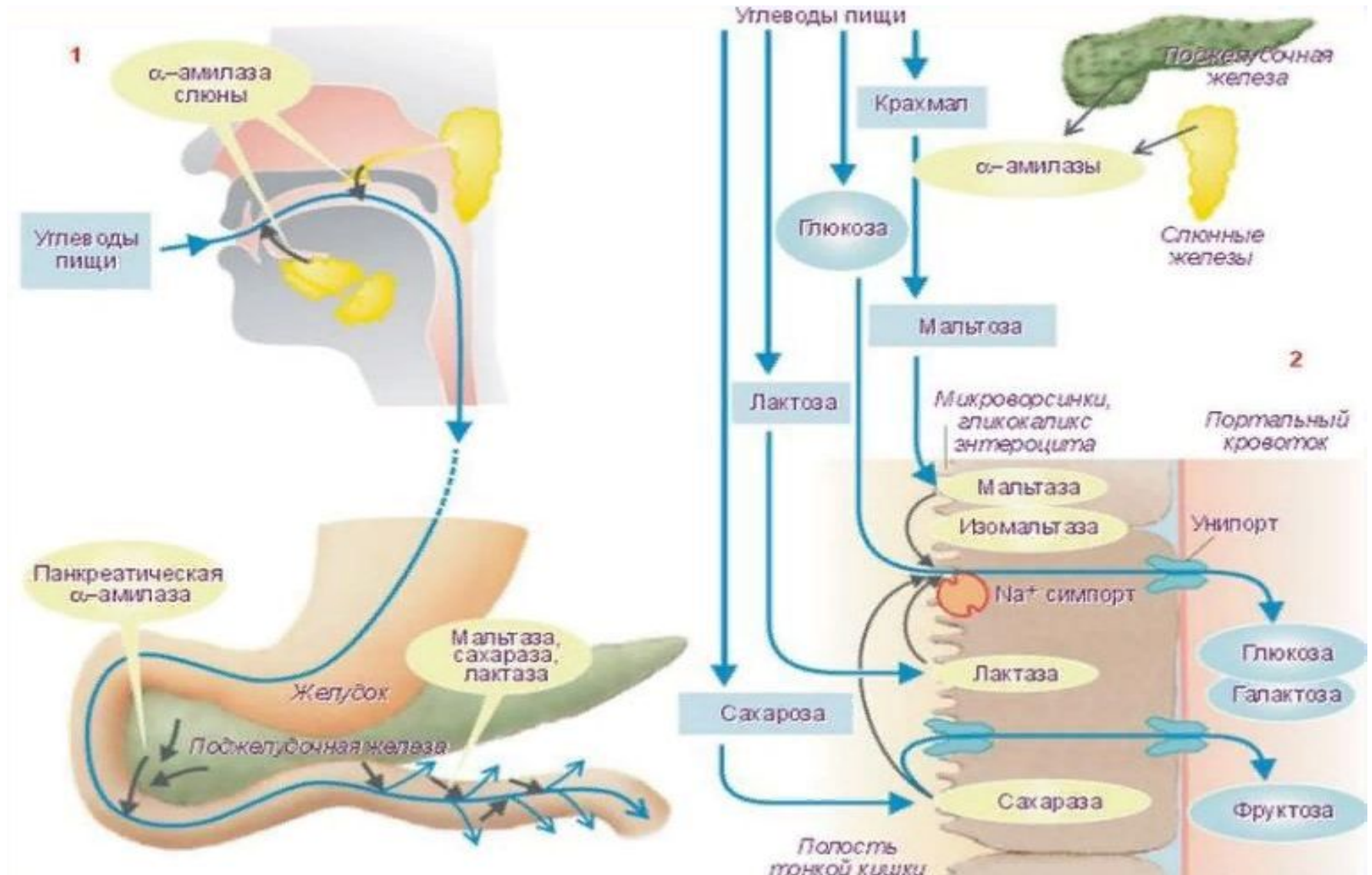
# Пищевые волокна

- не перевариваемые ферментами ЖКТ человека углеводы пищи.

- Целлюлоза, пектин, инулин, арабинан, галактан.
- Содержатся в волокнистой растительной пище, специальных добавках, хлебе с отрубями.
- Стимуляция перистальтики, формирование пищевого комка и каловых масс.
- Пища для микрофлоры (в ответ - витамины, карбоновые кислоты).
- Защита от избытка углеводов, липидов, тяжелых металлов – профилактика атеросклероза, сахарного диабета, ожирения.



# Переваривание углеводов





# Комплексы пристеночного переваривания углеводов

- **Гликоамилазный комплекс** – олигосахариды, мальтоза ( $\alpha$ -1,4 связь в олигосахаридах).
- **$\beta$ -гликозидазный комплекс** – лактоза ( $\beta$ -1,4).
- **Сахарозо-изомальтазный комплекс** – сахароза, изомальтоза, мальтоза ( $\alpha$ -1,2,  $\alpha$ -1,6,  $\alpha$ -1,4 гликозидные связи).

# Всасывание углеводов

- Всасываются в норме моносахариды.
- **Облегченная диффузия** – пока есть градиент концентрации глюкозы между полостью кишечника и энтероцитом.
- **Симпорт с натрием** – активный транспорт – при выравнивании градиента.

# Нарушение переваривания и всасывания углеводов

- **дефекты ферментов**, участвующих в гидролизе углеводов в кишечнике (лактазная недостаточность, недостаточность ферментов поджелудочной железы) – ферментативные препараты;
- **нарушение всасывания** продуктов переваривания углеводов в клетки слизистой оболочки кишечника (мальабсорбция) – исключение соответствующего углевода из рациона.



# Нарушение переваривания и всасывания углеводов



# Относительно приема пищи

## выделяют:

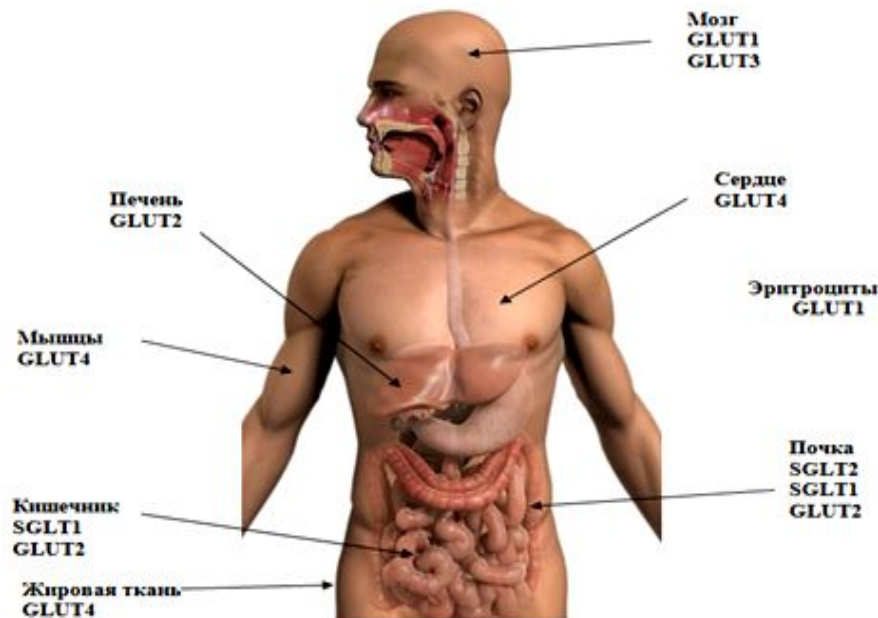
- **Абсорбтивный период** – период всасывания продуктов переваривания после приема пищи (сытость). Концентрация глюкозы в крови повышается, выделяется инсулин (понижает концентрацию глюкозы в крови, дефосфорилирует ферменты за счет фосфопротеинфосфатазы, активирует процессы затраты глюкозы).
- **Постабсорбтивный период** – период между приемами пищи (голодание), концентрация глюкозы в крови падает, выделяется глюкагон (повышает концентрацию глюкозы в крови, фосфорилирует ферменты за счет протеинкиназы, активирует процессы образования и экономии глюкозы). Адреналин работает аналогично, но в стрессовых условиях.

# Транспорт глюкозы из крови в клетки

Норма глюкозы в крови:  
3,3-5,5 ммоль/л.

Белковый транспортер  
ГЛЮТ:

- ГЛЮТ1 и 3 (мозг, почки, плацента, эритроциты) - инсулиннезависимый – транспортирует глюкозу в клетки всегда.
- ГЛЮТ2 (поджелудочная железа), инсулиннезависимый. Нужен для регуляции выработки инсулина и глюкагона.
- ГЛЮТ4 (мышцы, жировая ткань), инсулинзависимый – действует только в присутствии инсулина.
- ГЛЮТ 5 – клетки кишечника, инсулиннезависимый.

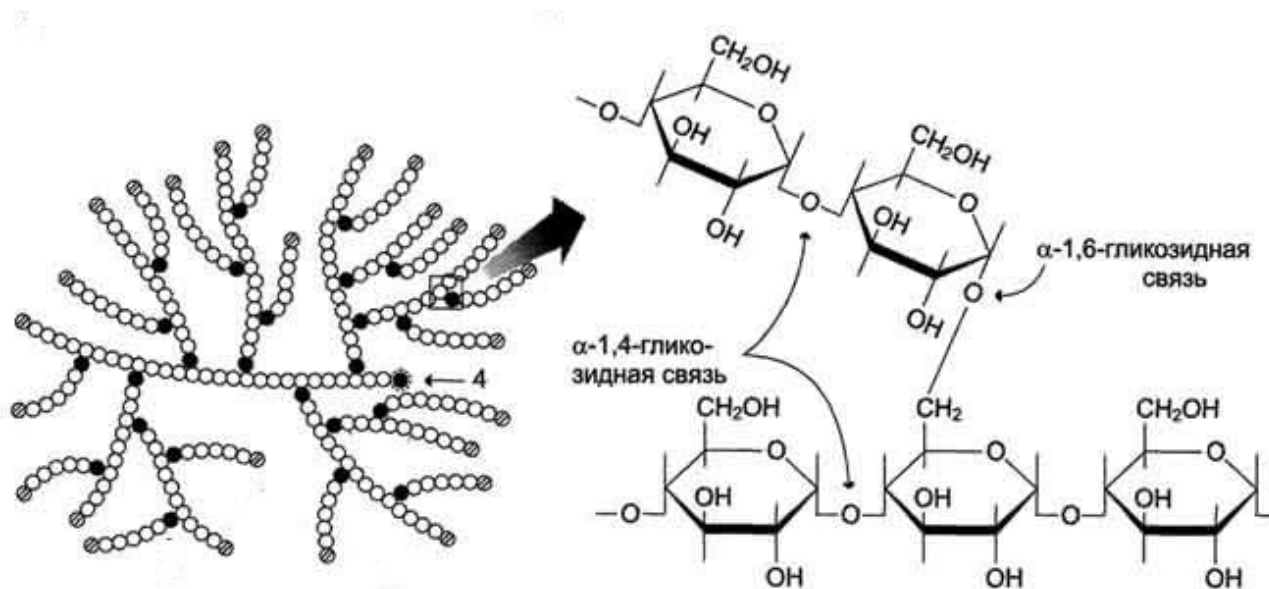


# ОБМЕН ГЛИКОГЕНА

---

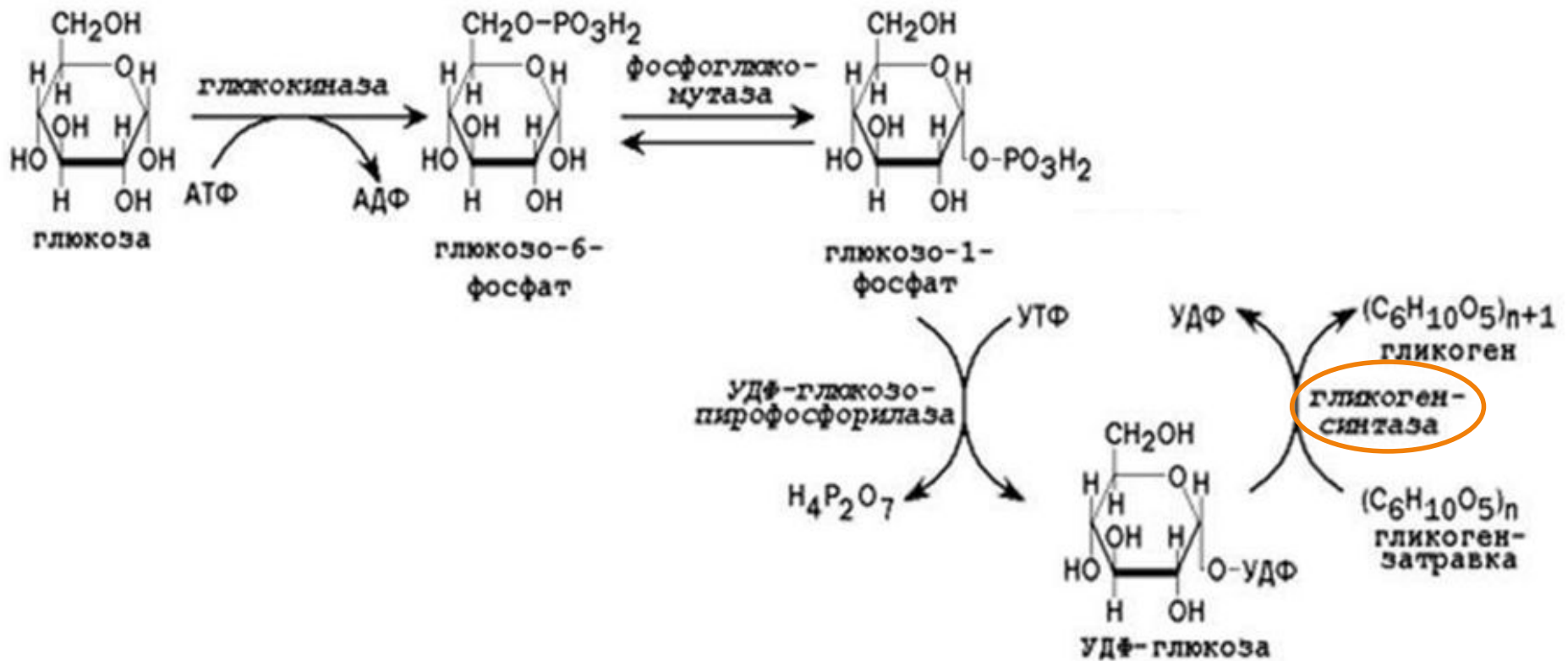
# Гликоген -

- запасной разветвленный гомополисахарид, мономером которого является глюкоза.
- Функция – депо глюкозы.
- Абсорбтивный период – синтез, постабсорбтивный – распад.
- Синтезируется в мышцах (на нужды мышц) и в печени (на нужды всего организма).

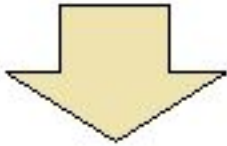




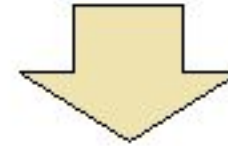
# Синтез гликогена (абсорбтивный период).



# РАСПАД ГЛИКОГЕНА (ГЛИКОГЕНОЛИЗ)



**АМИЛОЛИТИЧЕСКИЙ**  
гидролитическое  
отщепление  
молекулы глюкозы



**ФОСФОРОЛИТИЧЕСКИЙ**  
расщепление гликозидной  
связи с использованием  
неорганического фосфата

Распад гликогена происходит в ответ на повышение потребности организма в глюкозе.



## ПЕЧЕНЬ

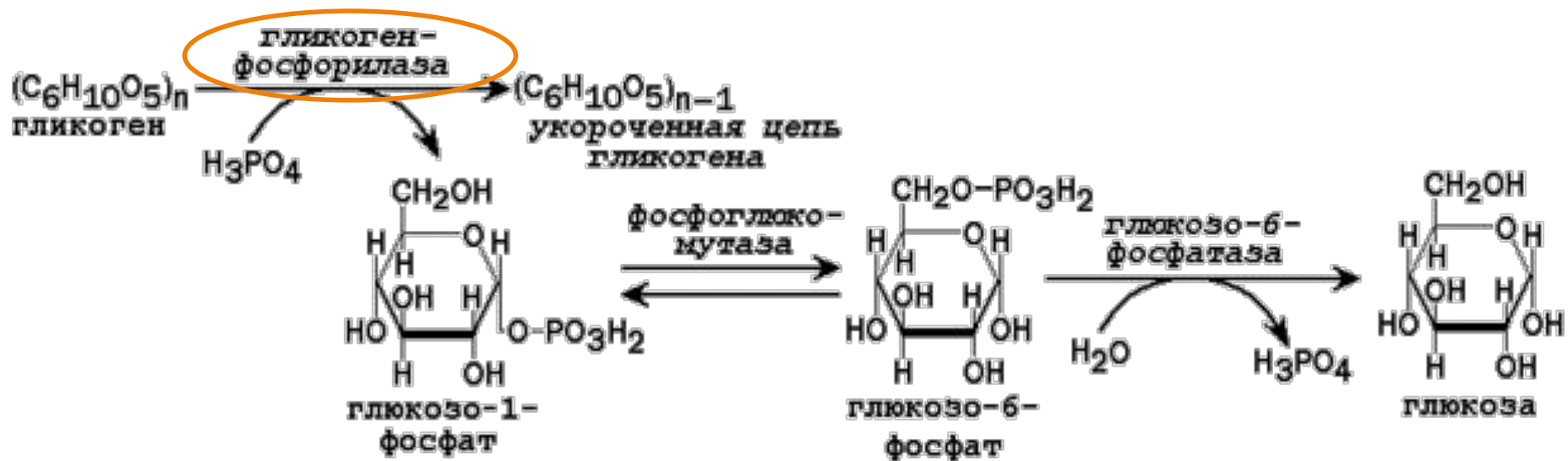
Распад гликогена в печени обеспечивает поддержание постоянной концентрации глюкозы в крови, и, следовательно, поступление глюкозы в другие ткани



## МЫШЦЫ

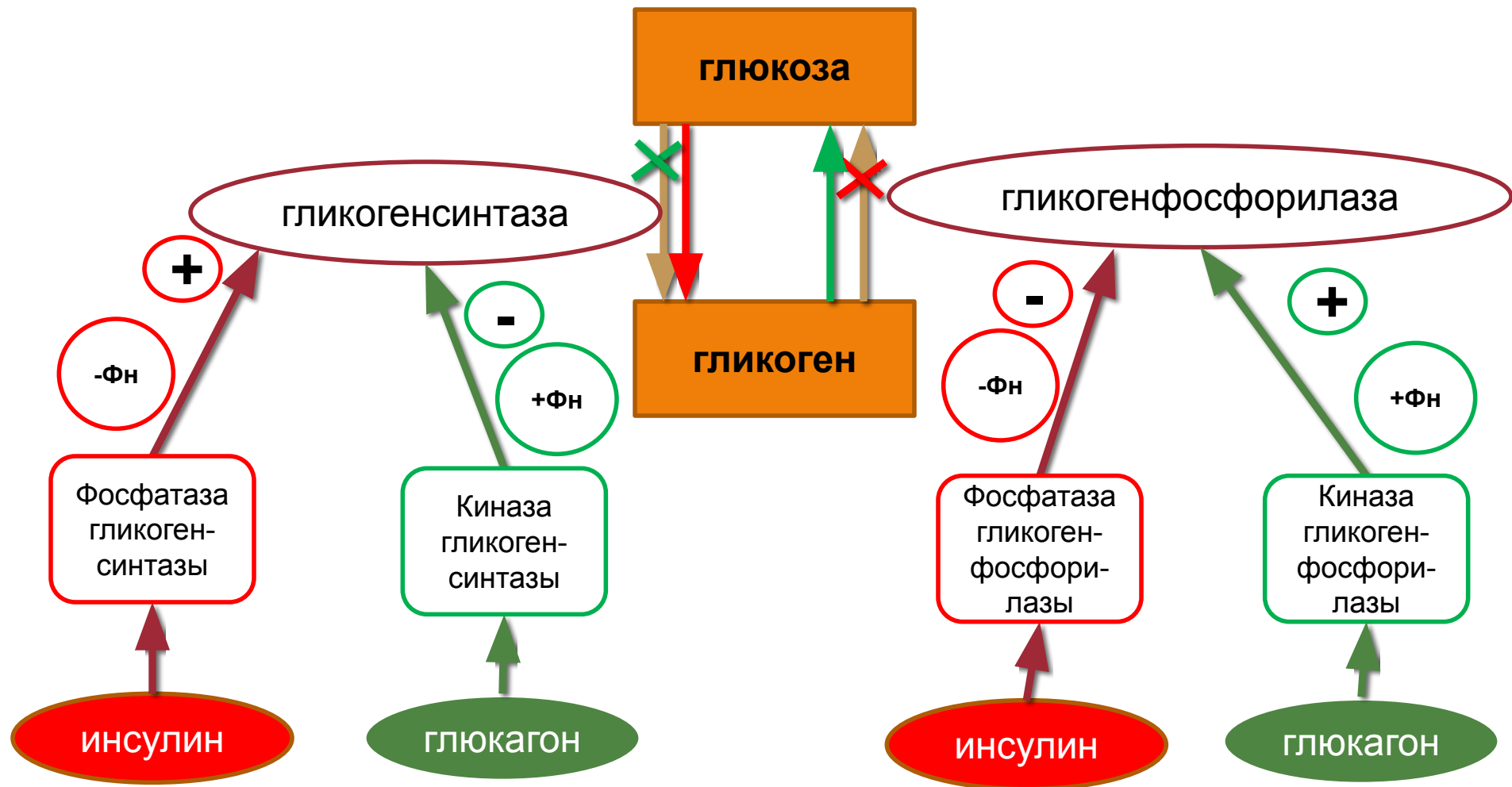
Распад гликогена в мышцах обеспечивает освобождению глюкозо-6-фосфата, потребляемого самой мышцей для окисления и использования энергии

# Распад гликогена (постабсорбтивный период, стресс).



Глюкозо-6-фосфатаза находится только в печени.

# Регуляция синтеза и распада гликогена в печени



# Регуляция синтеза и распада гликогена

## Распад

- Регуляторный фермент – **гликогенфосфорилаза**.
- Активная форма – фосфорилированная под действием гормонов **АДРЕНАЛИНА И ГЛЮКАГОНА**.
- Неактивная форма – дефосфорилированная под действием **ИНСУЛИНА**.
- Активируется при понижении концентрации глюкозы в крови.

## Синтез

- **Гликогенсинтаза** – регуляторный фермент.
- Активен в дефосфорилированном состоянии под действием **ИНСУЛИНА**.
- Неактивная форма – фосфорилированная под действием **ГЛЮКАГОНА И АДРЕНАЛИНА**.
- Активируется при повышении концентрации глюкозы в крови.

# Генетические нарушения обмена гликогена

## Гликогенозы

- Нарушены ферменты распада гликогена.
- Гликогеноз I типа-болезнь Гирке.
- Гипогликемия в постабсорбтивный период. Гепатомегалия.

## Агликогенозы

- Нарушены ферменты синтеза гликогена.
- Гликогеноз 0.
- Гипогликемия в постабсорбтивный период. Судороги.

Лечение – дробное питание.

# Гликогеноз



**1 тип – болезнь Гирке:** недостаточность глюкозо-6-фосфатазы. ↑ печени, нарушение функции печени и почек, гипогликемия.