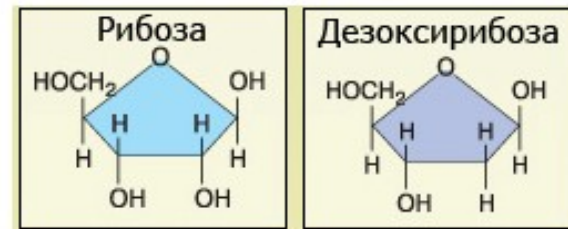
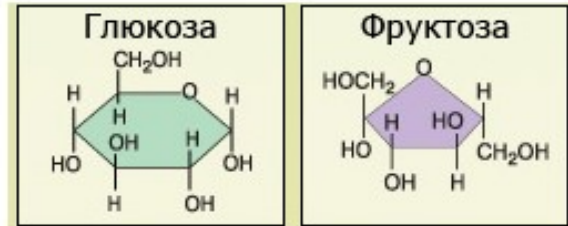


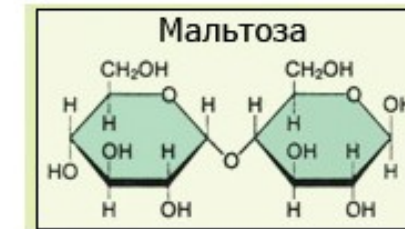
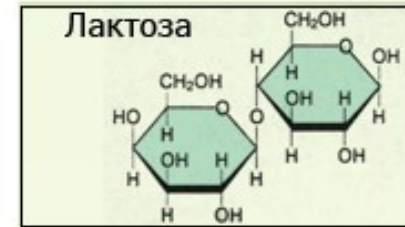
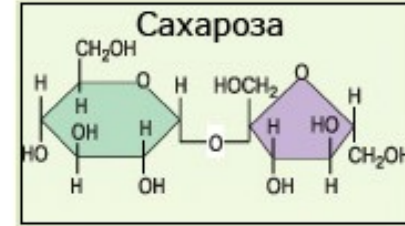
# Лекція. Обмін вуглеводів - 1



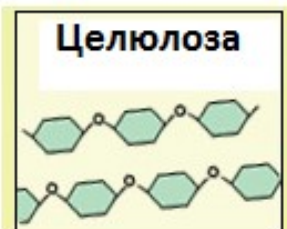
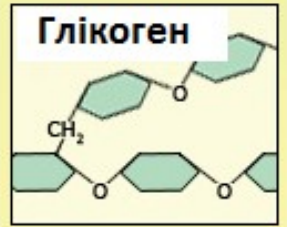
## Моносахариди



## Дисахариди



## Полісахариди



**Вуглеводи** – багатоатомні альдегідо- та кетоспирти та їх похідні.  $C_n(H_2O)_m$

**Моносахариди**

**Олігосахариди**

**Полісахариди**

Тріози (C3)

Тетрози (C4)

Сахароза  
Лактоза  
Мальтоза

**Гомополісахариди**  
крохмаль, глікоген,  
целюлоза

**Пентози (C5)**

рибоза, дезоксирибоза

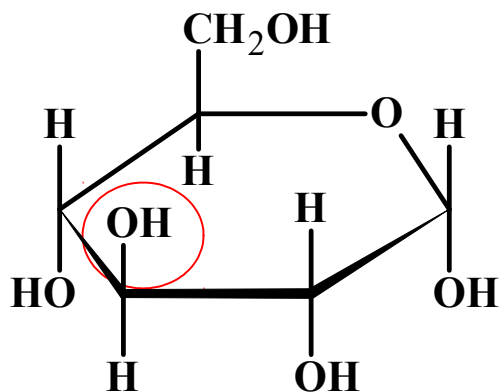
**Гетерополісахариди**  
глікозаміноглікани

**Гексози (C6)** глюкоза,  
галактоза, **фруктоза**

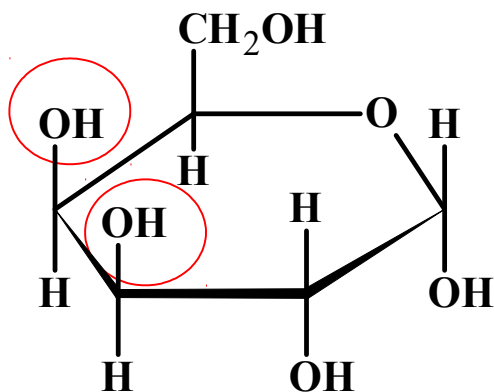
*альдозы*

*кетозы*

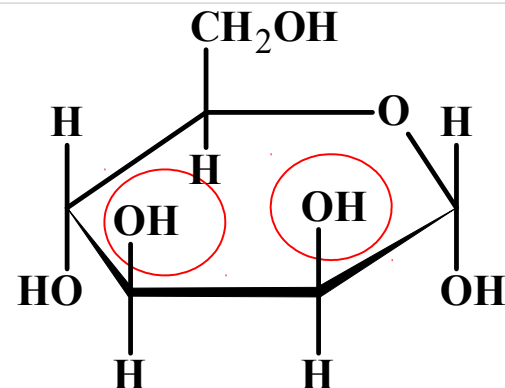
# Моносахариди



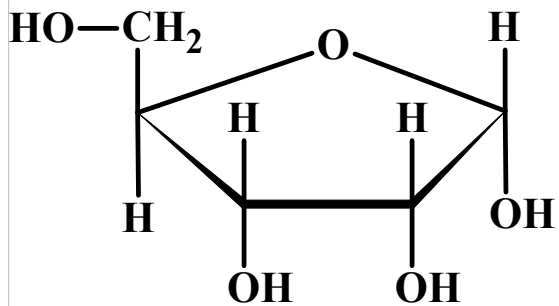
$\alpha$ -D-глюкоза



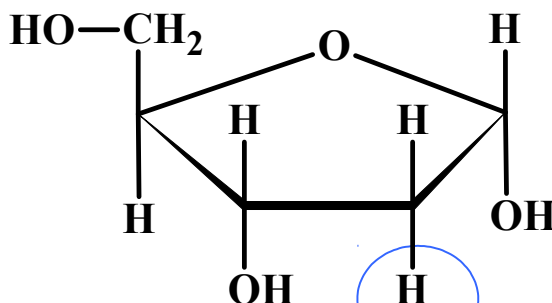
$\alpha$ -D-галактоза



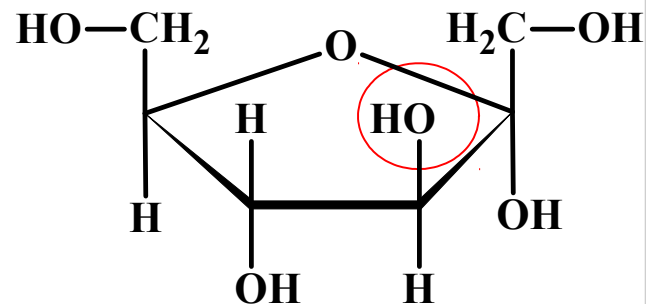
$\alpha$ -D-манноза



$\alpha$ -D-ксилоза

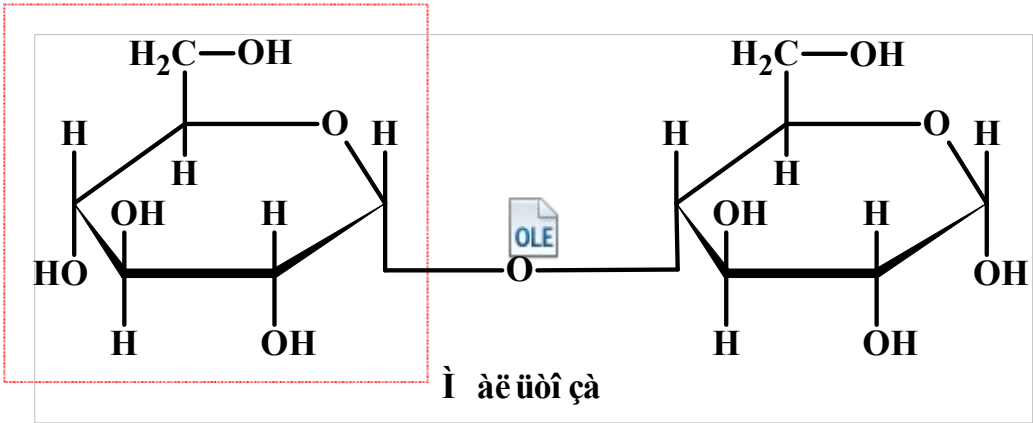


$\alpha$ -D-рибоза

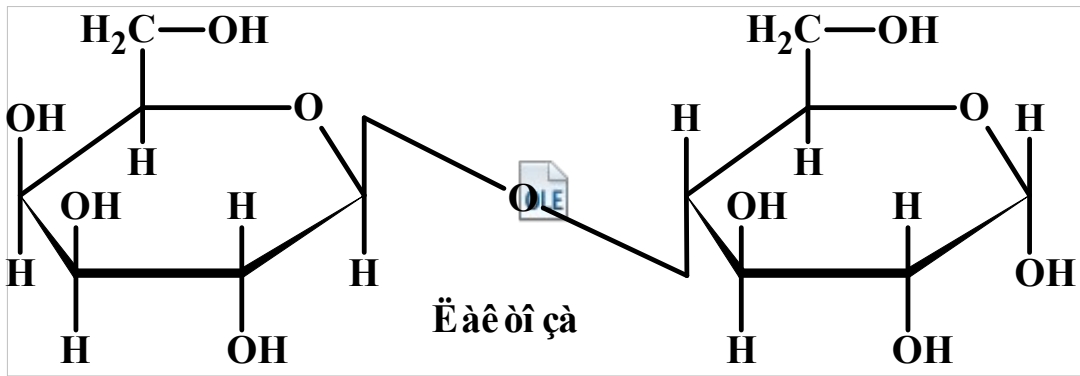


$\alpha$ -D-арабиноза

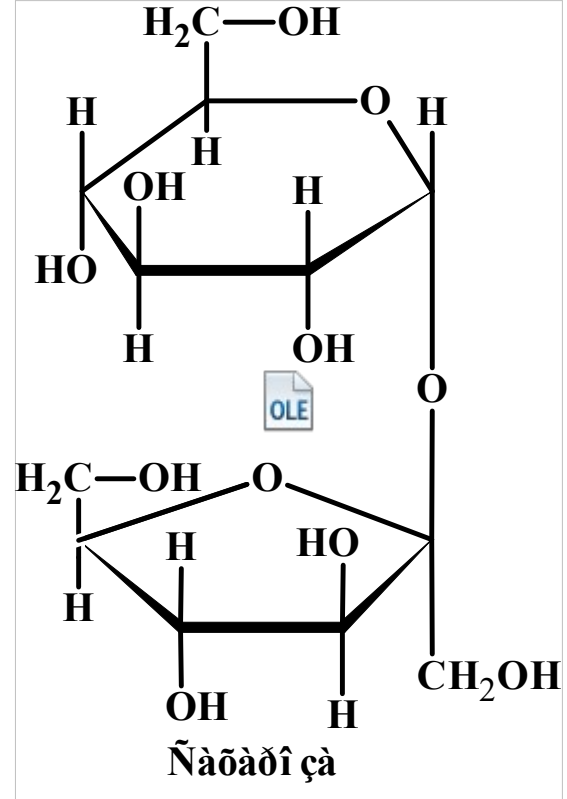
# Дисахариди



$\alpha$ -1,4-глікозидний зв'язок.



$\beta$ -1,4-глікозидний зв'язок.

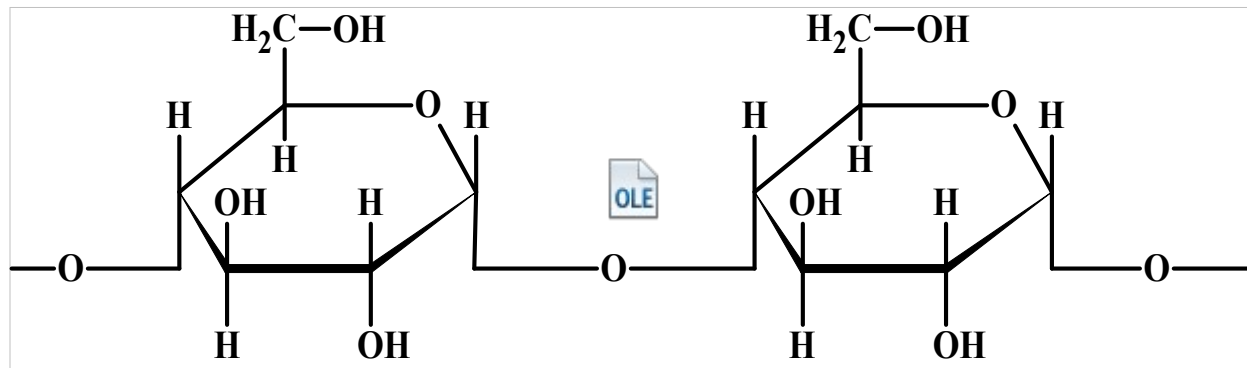


$\alpha$ -1,2-глікозидний зв'язок.

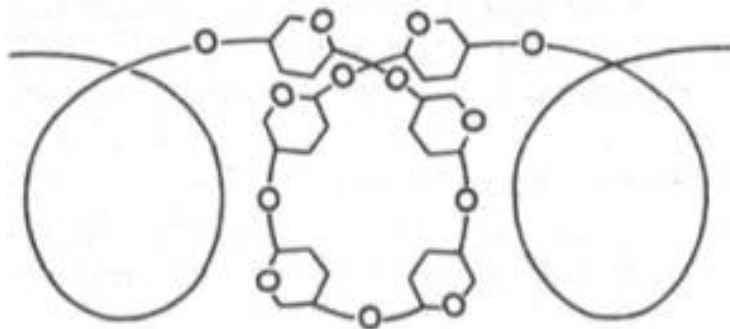
# Крохмаль, глікоген ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>

20% лінійний - **амілоза** ( $\alpha 1 \rightarrow 4$ )

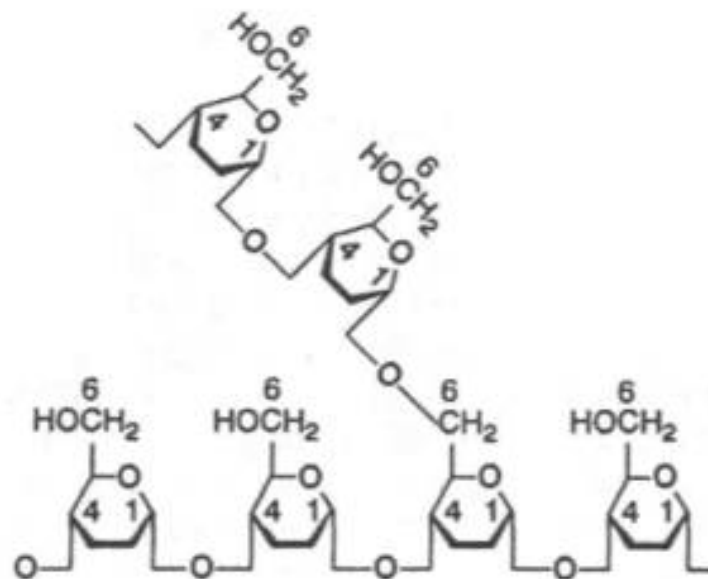
80% розгалужений - **амілопектин** ( $\alpha 1 \rightarrow 6$ )



$\alpha$ -D-глюкоза



а



б

# Функції вуглеводів

- **Енергетична:** 1 г вуглеводів = 17,5 кДж (4,1 ккал) енергії
- **Структурна:** глікопротеїни, гліколіпіди, протеоглікани, ДНК, РНК
- **Резервна:** глікоген
- **Рецепторна та імунна:** у складі рецепторів, антигенів, групи крові АВ0, імуноглобулінів
- **Зсідання крові:** гепарин - антикоагулянт

# Харчове значення вуглеводів

Добова потреба - 400-500 г:

Полісахариди (крохмаль) - 75%

Цукри (сахароза, глюкоза, лактоза) - 20%

Харчові волокна – 5% (25 г)

100 г надлишкових  
вуглеводів → 30 г жирів





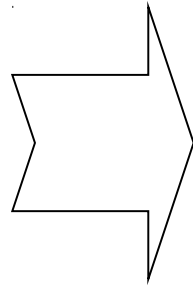
# Харчові волокна

## ***Нерозчинні:***

- целюлоза
- лігнін

## ***Розчинні:***

- пектини
- камеді
- слизі
- геміцелюлоза



- затримка води, електролітів, Росм → моторика ШКТ
- висока сорбційна активність
- ↓ холестерин
- зв'язують важкі метали, токсини
- енергетичний та пластичний матеріал для мікрофлори



# Глікозидази - ферменти травлення вуглеводів

## Ендоглікозидази

- $\alpha$ -амілаза, ( $\alpha 1 \rightarrow 4$ ), активатор –  $\text{Cl}^-$

## Екзоглікозидази – ферментні комплекси ентероцитів

- сахароза-ізомальтаза - ( $\alpha 1 \rightarrow 2$ ) / ( $\alpha 1 \rightarrow 4$ ,  $\alpha 1 \rightarrow 6$ )
- мальтаза ( $\alpha 1 \rightarrow 4$ ) - *глікоамілазний комплекс*
- лактаза ( $\beta 1 \rightarrow 4$ ) -  *$\beta$ -глікозидазний комплекс*
- трегалаза ( $\alpha 1 \rightarrow 1$ )

Крохмаль (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>

*амілаза* H<sub>2</sub>O

Декстрини (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>x</sub>

*амілаза*

Ізомальтоза

Мальтоза (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)

Мальтотріоза

*мальтаза*

Глюкоза (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)

сахароза

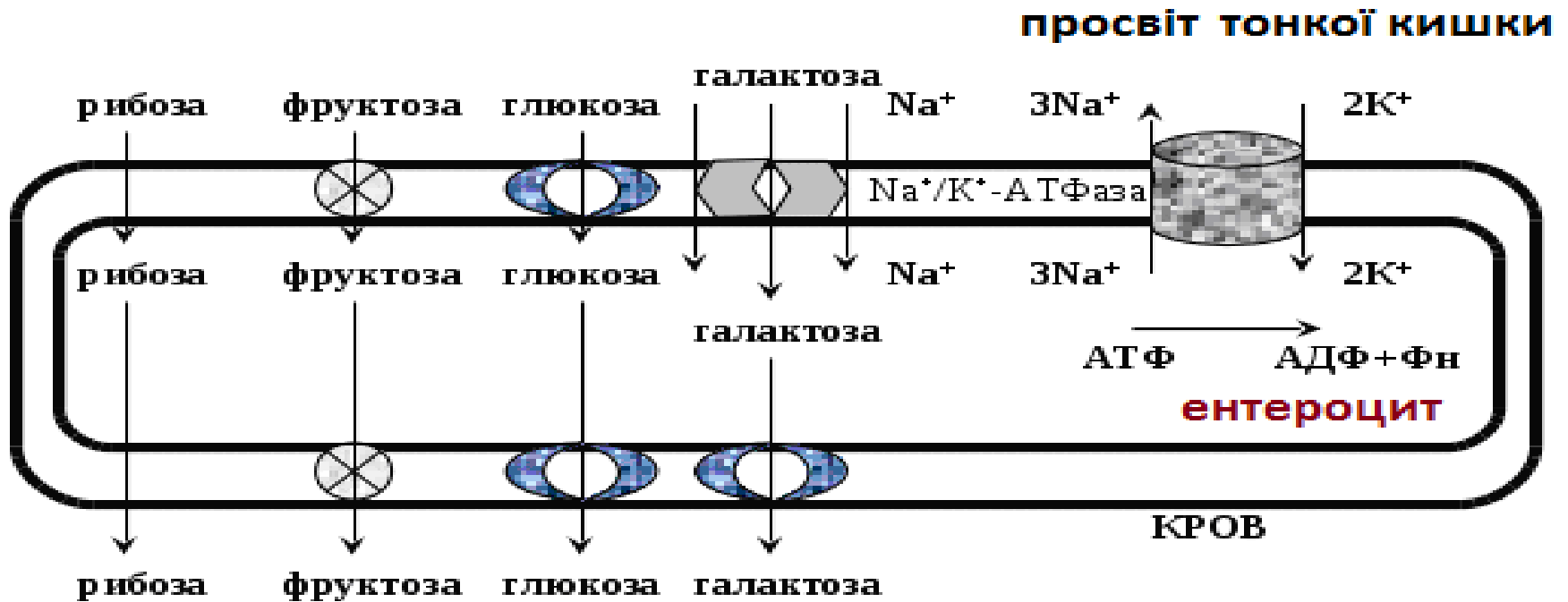
лактоза

фруктоза

галактоза

## **Всмоктування:** галактоза > глюкоза > фруктоза

- Проста дифузія -рибоза, ксилоза, арабіноза
- Полегшена дифузія (через ГЛЮТ-5) – глюкоза, фруктоза, галактоза
- Симпорт глюкози з  $\text{Na}^+$  -  $\text{Na}^+$ -глюкозний ко-транспортер



# Патологія травлення вуглеводів

- дефіцит сахарозно-ізомальтазного комплексу
- дефіцит лактази (*непереносимість молока*)
- дефекти  $\text{Na}^+$ -глюкозного ко-транспортеру

осмотична діарея  
метеоризм  
бродільна диспепсія



# Проміжний обмін вуглеводів

- **Гліколіз**
- **Аєробне окиснення глюкози**
- **Глюконеогенез**
- **Пентозофосфатний шлях**
- Синтез та розпад глікогену
- Обмін глікокон'югатів
- **Обмін фруктози та галактози**

# Утворення глюкозо-6-ф – гексокіназа, глюкокіназа



**$K_m$  гексокінази – 0,1 мМ (різні клітини)**

**$K_m$  глюкокінази – 10 мМ (гепатоцити)**

**Гліколіз** – анаеробний розпад глюкози до 2 молекул **лактату**.

Енергетичний баланс **-2 АТФ**.

**Глікогеноліз** – анаеробний розпад глікогену до 2 молекул **лактату**

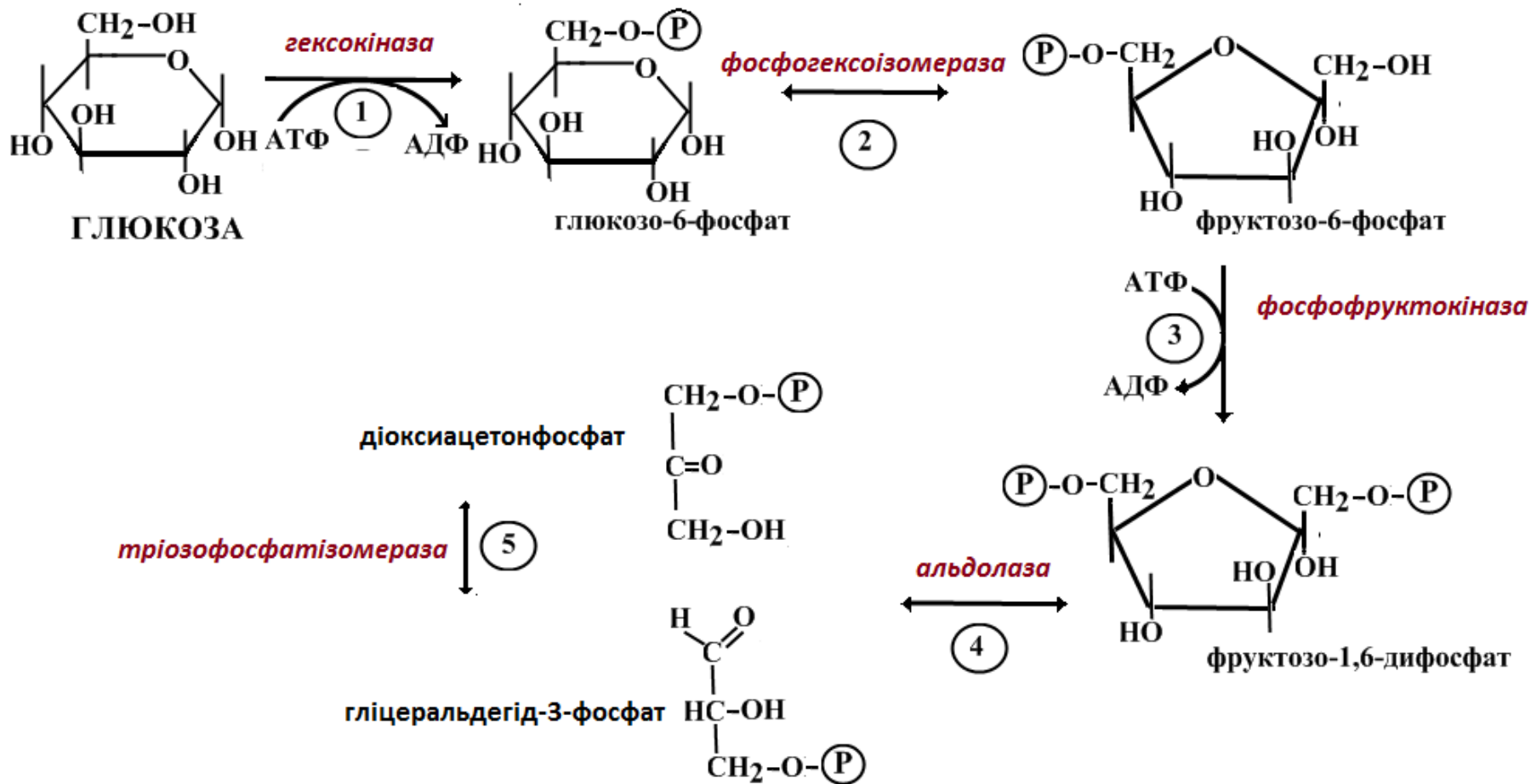
Енергетичний баланс **- 3 АТФ**.

**Локалізація** – цитозоль. Клітини - еритроцити, скелетні м'язи, рогівка ока, пухлини

***шлях Ембдена-Мейергофа-Парнаса  
дихотомічний шлях (C6→2C3)  
непряме окиснення глюкози***

# Підготовчий етап гліколізу

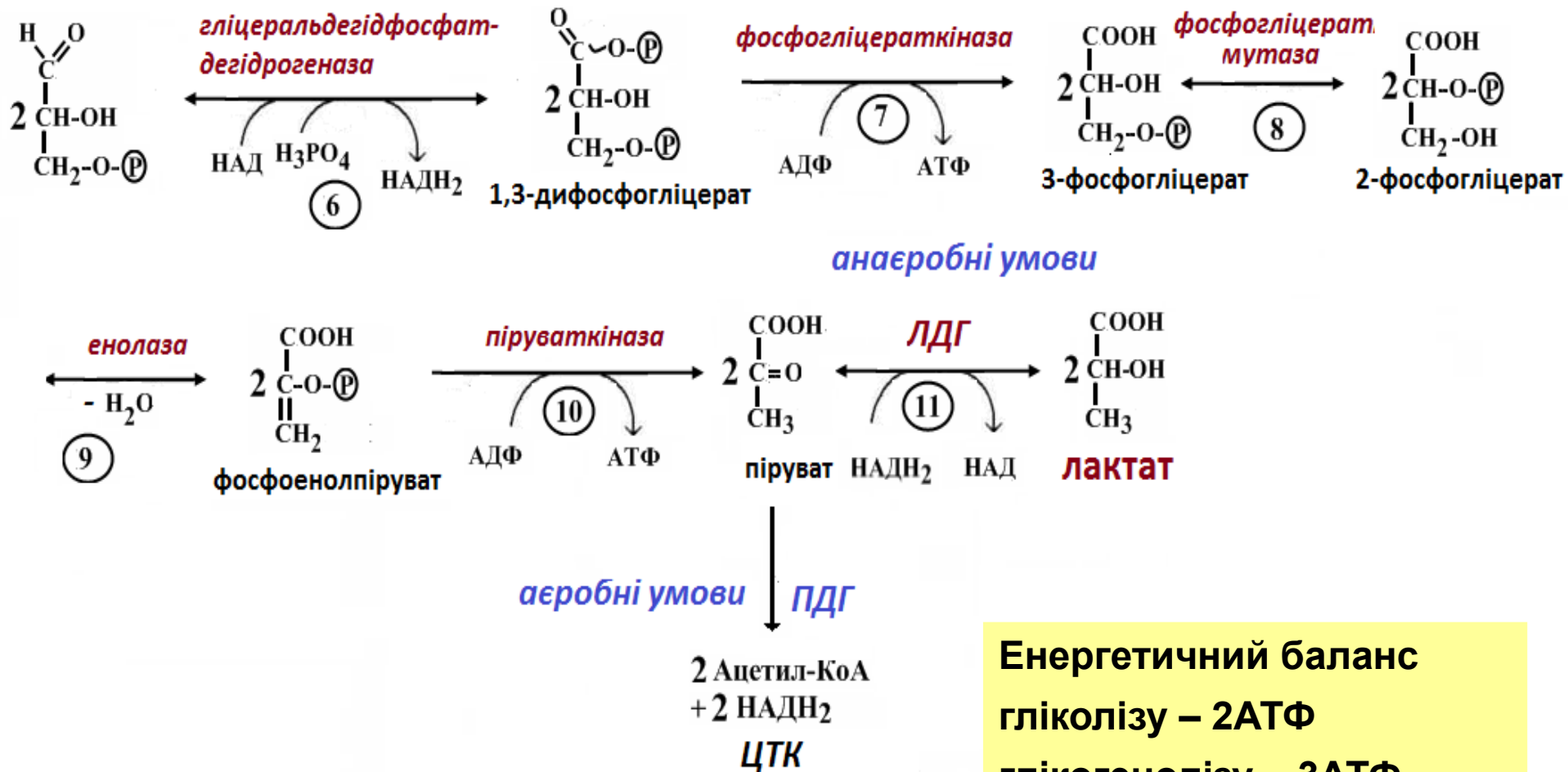
Глюкоза → 2 фосфотріози. Затрати – 2 АТФ





# Основний етап гліколізу

- гліколітична оксидоредукція → 2 мол. лактату
- субстратне фосфорилування → 4 АТФ



Енергетичний баланс  
гліколізу – 2АТФ  
глікогенолізу – 3АТФ

# Регуляторні ферменти гліколізу: **фосфофруктокіназа** гексокіназа, піруваткіназа

**Інгібітори**

АТФ

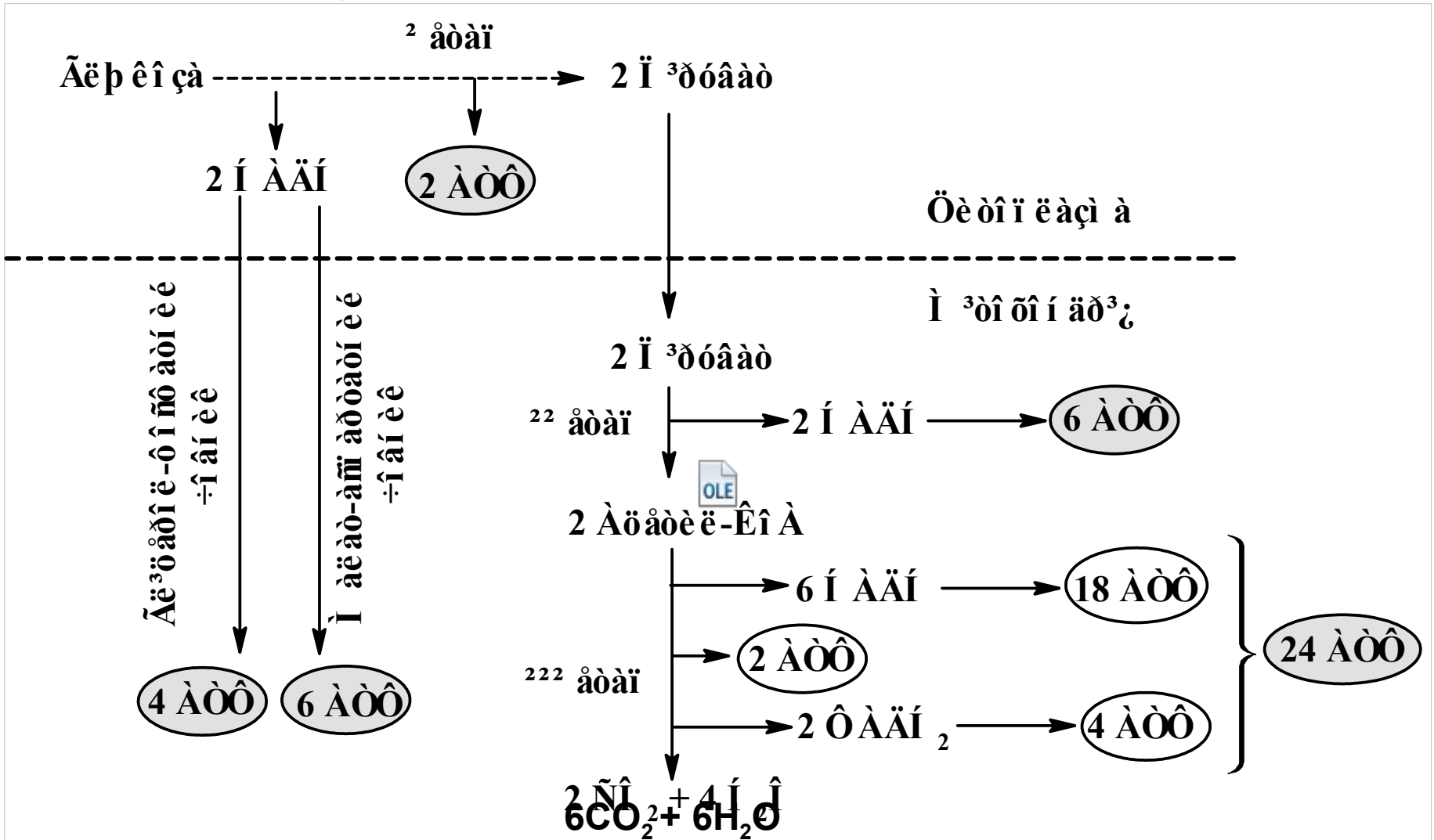
Глюкагон

**Активатори**

АДФ, АМФ

Інсулін

# Аеробне окиснення глюкози



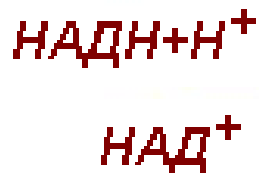
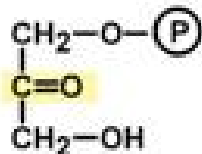
$2 \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 2 \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{CoA} + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{ATP}$   
 $2 \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 2 \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{CoA} + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{ATP} \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{CoA} + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{ATP}$   
 $2 \text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{CoA} + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{ATP} \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + 24 \text{ATP}$   
**36-38 ATP**

# Гліцеролфосфатна човникова система

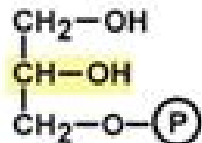
*Цитозоль*

*Мітохондрія*

Диоксиацетонфосфат



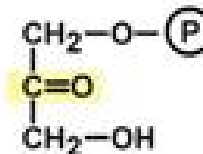
*Гліцерол-3-фосфат  
дегідрогеназа*



Гліцерол-3-фосфат

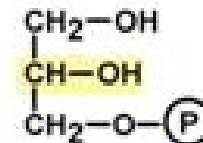
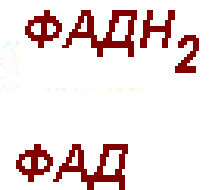
мембрана

Диоксиацетонфосфат



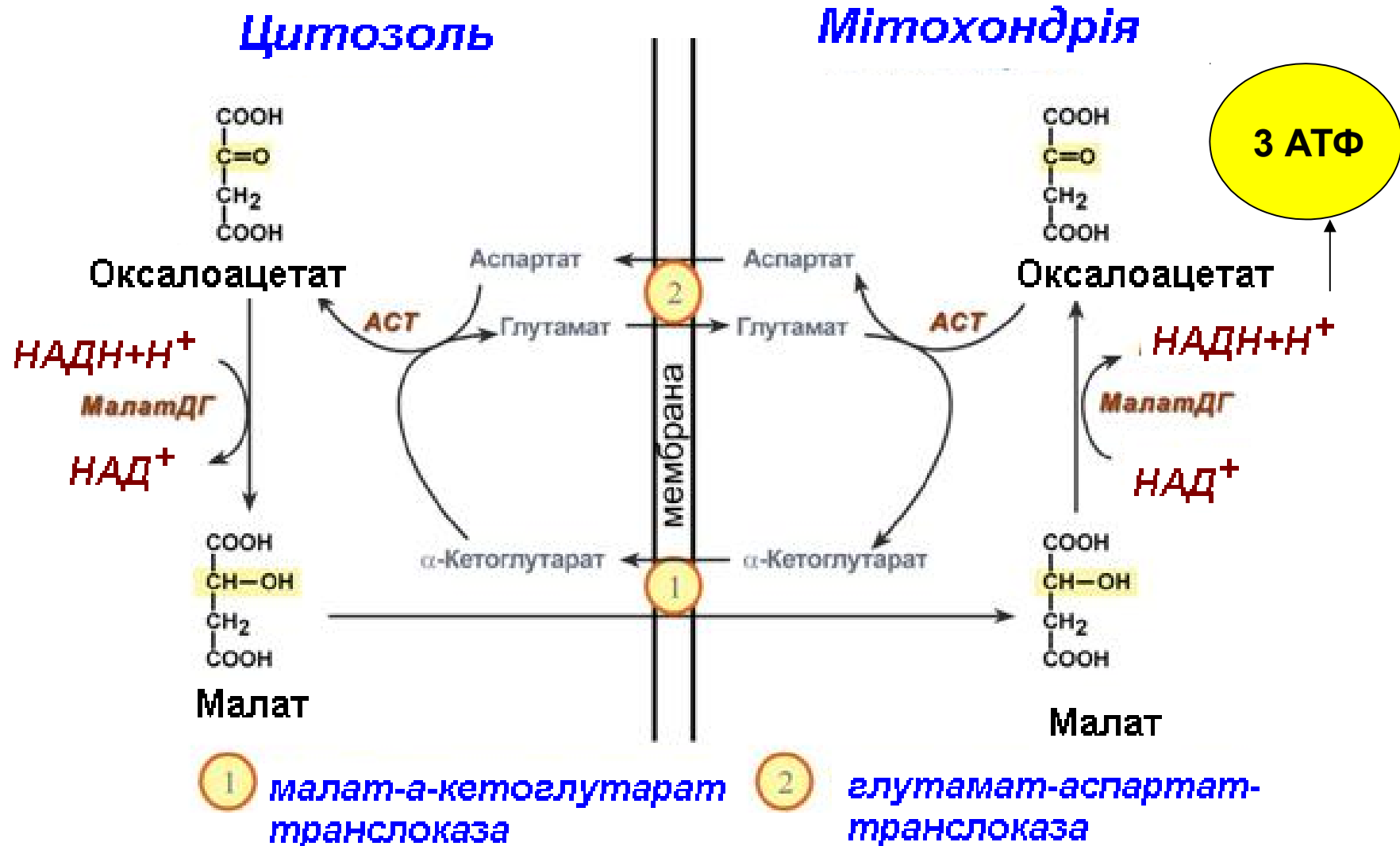
2 АТФ

*Гліцерол-3-фосфат  
дегідрогеназа*



Гліцерол-3-фосфат

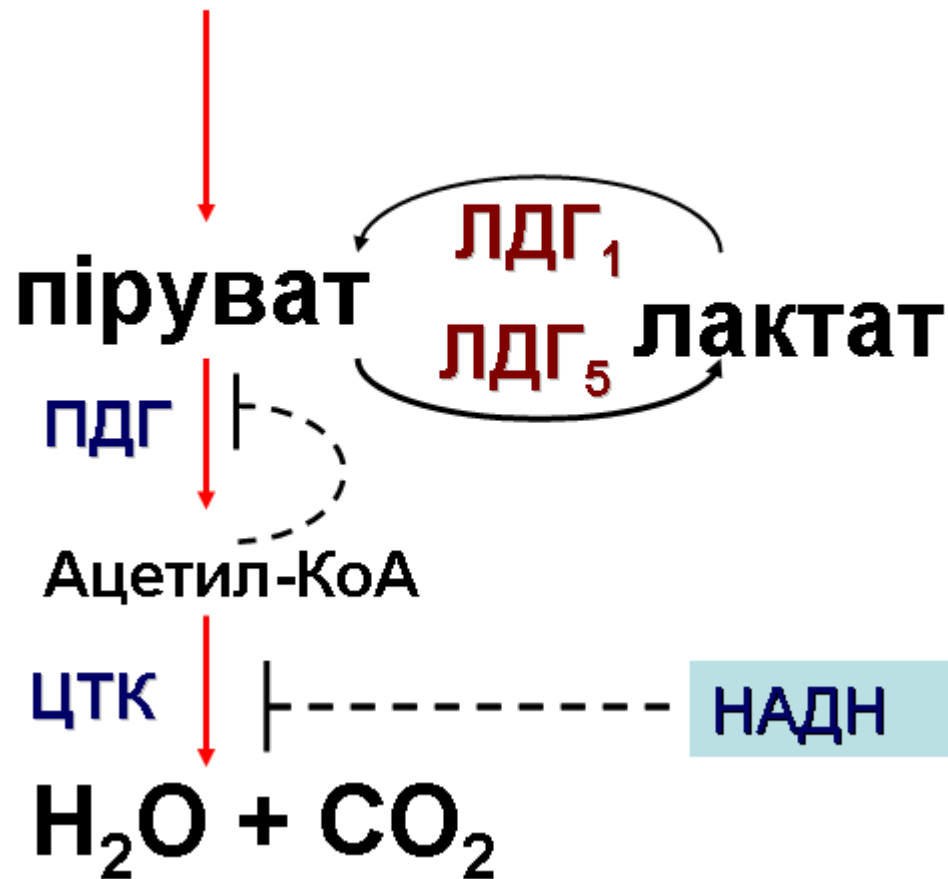
# Малат-аспартатна човникова система



# Ефект Пастера

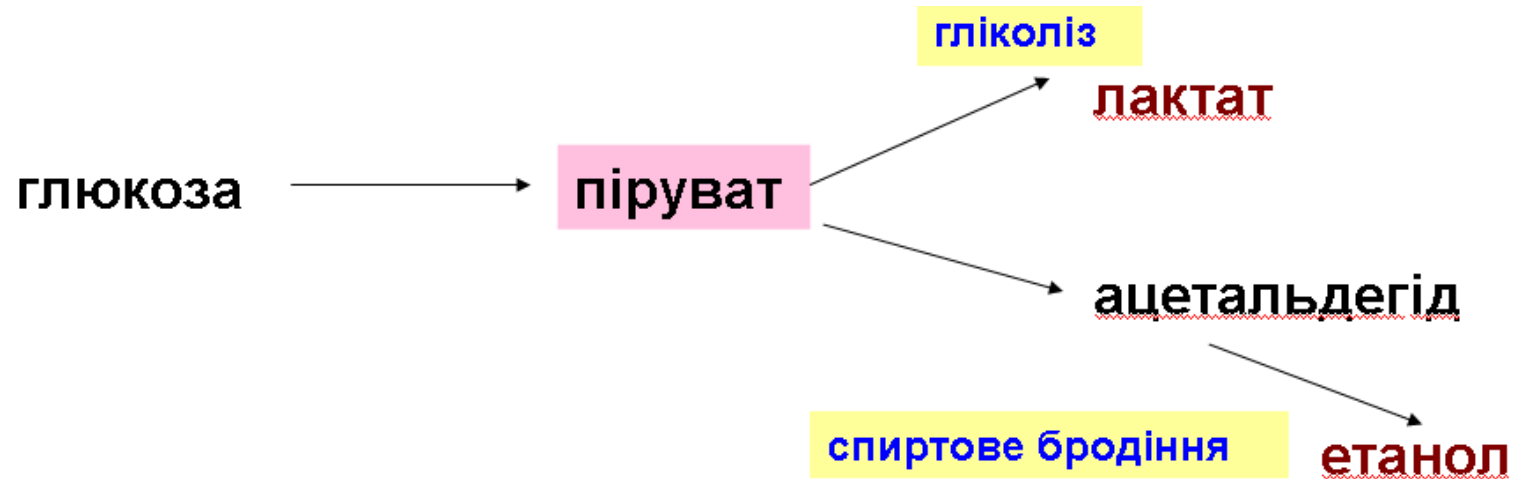


глюкоза



Тільки в присутності O<sub>2</sub>

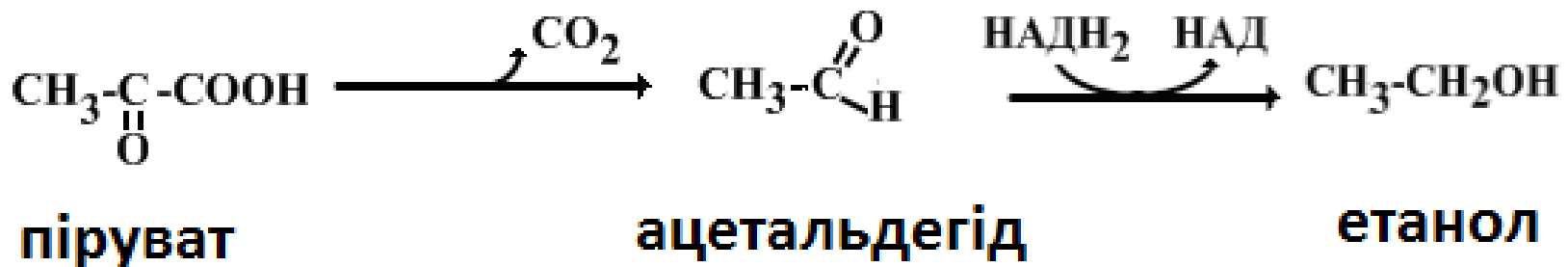
# Спиртове бродіння – розпад глюкози до 2 молекул етанолу



*Проходить тільки у мікроорганізмів!!!*


*піруватдекарбоксилаза*

*алькогольдегідрогеназа*



# Патологія гліколізу

 **Дефект піруваткінази → гемоліз еритроцитів**

 **Гіпоксія → лактоацидоз**

 **Рак → висока активність гліколізу**

 **М'язова “крепатура”**



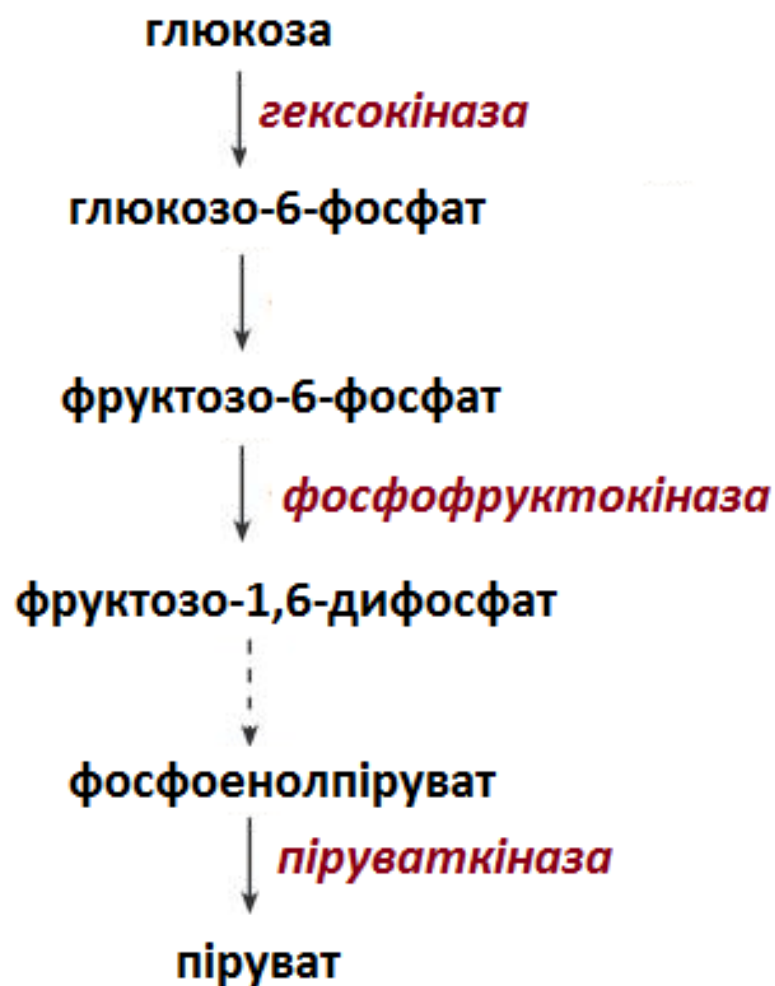
# **Глюконеогенез** - синтез глюкози із речовин неуглеводної природи

## **Субстрати –**

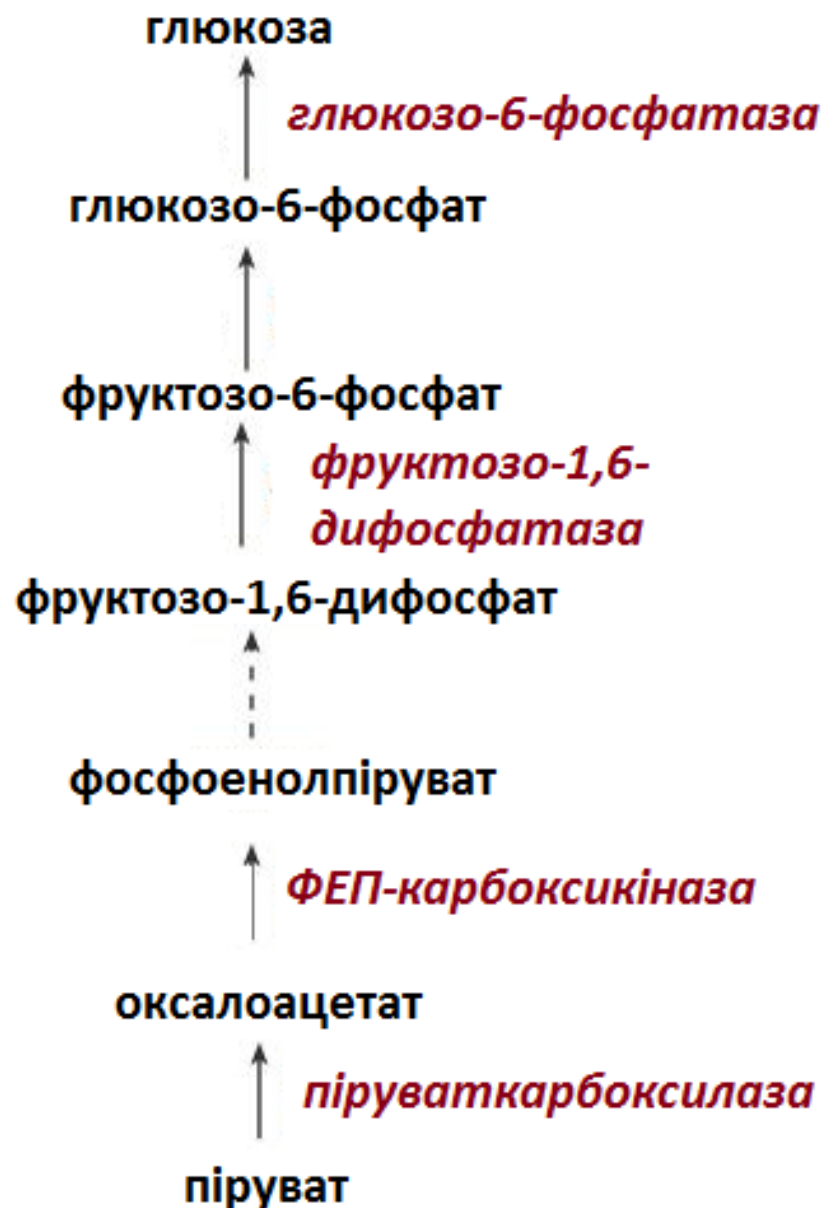
- лактат, піруват
- глюкогенні амінокислоти
- ацетон
- гліцерол

**Локалізація** – печінка (90%), кірковий шар нирок, слизова тонкої кишки

## Гліколіз

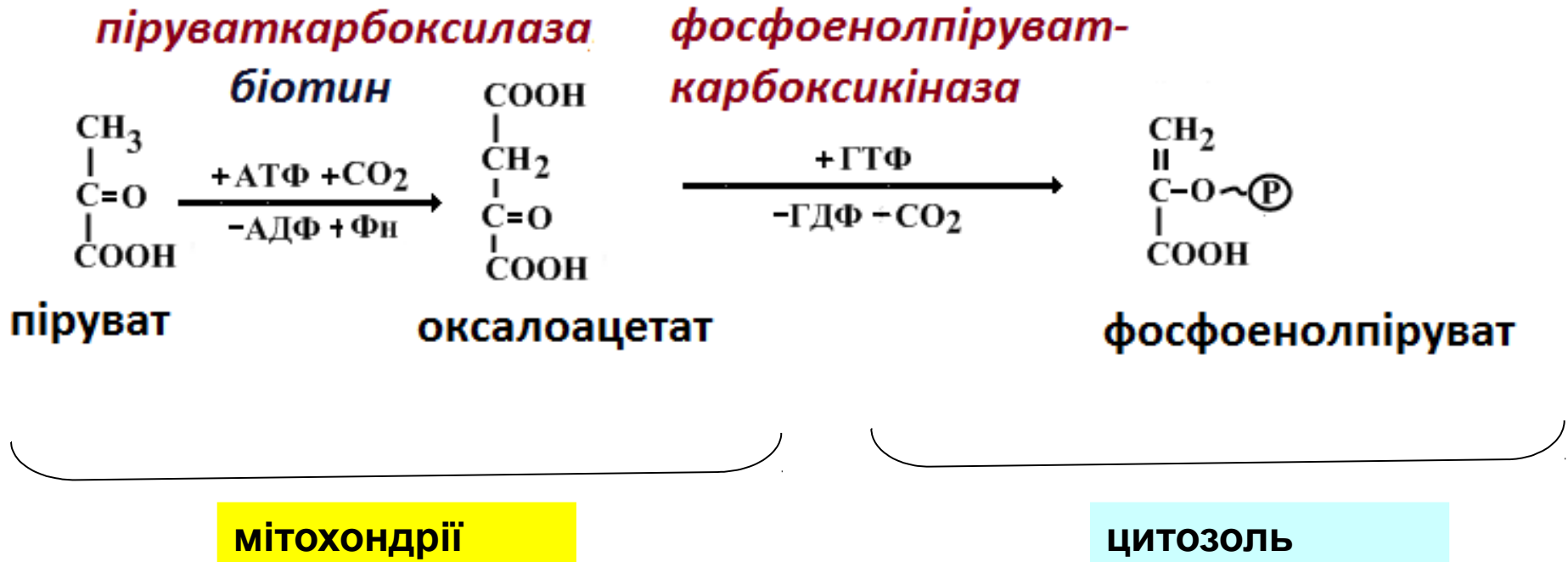


## Глюконеогенез



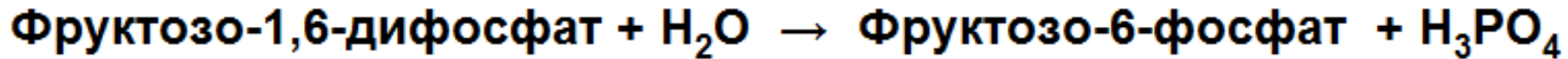
# Шунтові реакції глюконеогенезу – долають 3 необоротні (кіназні) реакції гліколізу

## 1. Синтез фосфоенолпірувату в 2 етапи (через оксалоацетат)



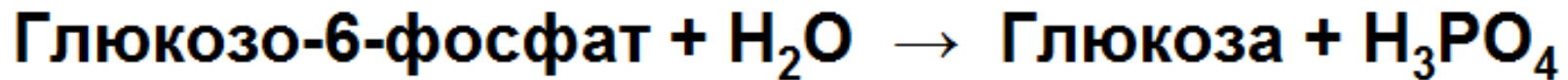
## 2. Шунт фосфофруктокіназної реакції

*фруктозо-1,6-дифосфатаза*



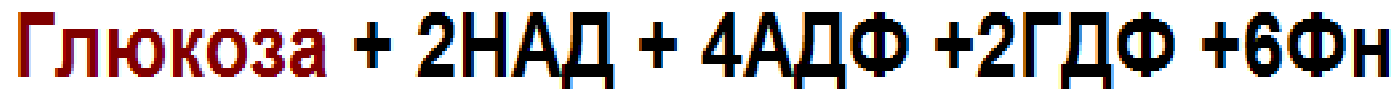
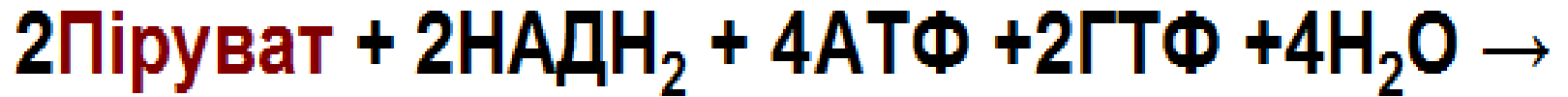
## 3. Шунт гексокіназної реакції

*глюкозо-6-фосфатаза*

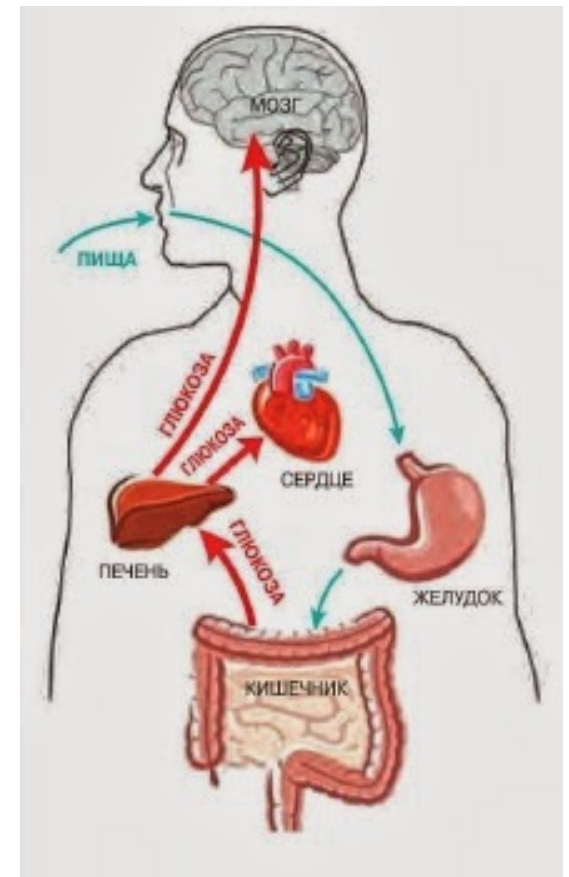


**Глюкозо-6-фосфатаза є лише в гепатоцитах, епітелії тонкої кишки, корі наднирників !!!**

# Сумарне рівняння глюконеогенезу



*За добу синтезується до  
80-100 г глюкози*



**Регуляторні ферменти  
глюконеогенезу:  
піруваткарбоксилаза  
фруктозо-1,6-дифосфатаза**

**Інгібітори**

**Інсулін**

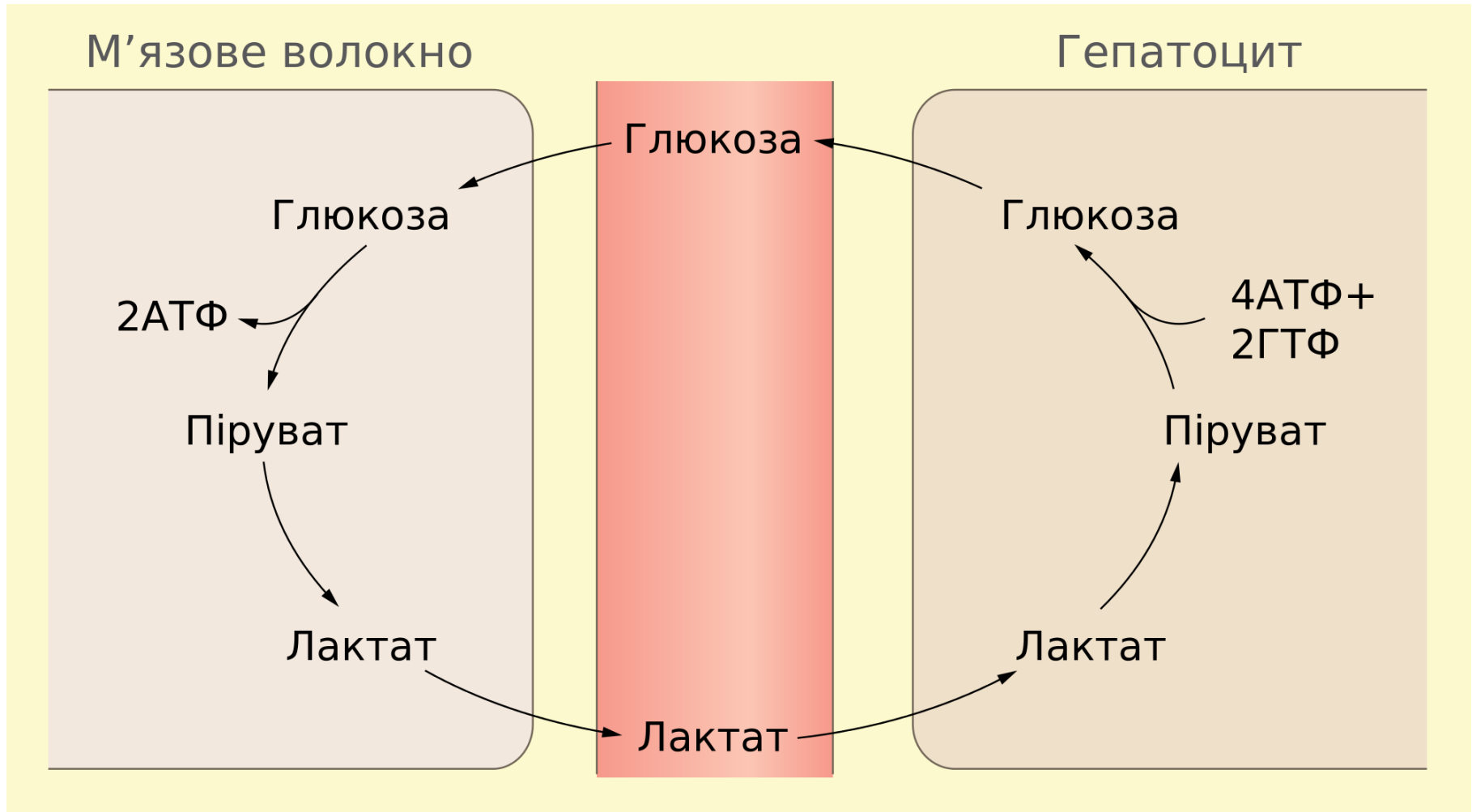
**Активатори**

**Ацетил-КоА, АТФ**

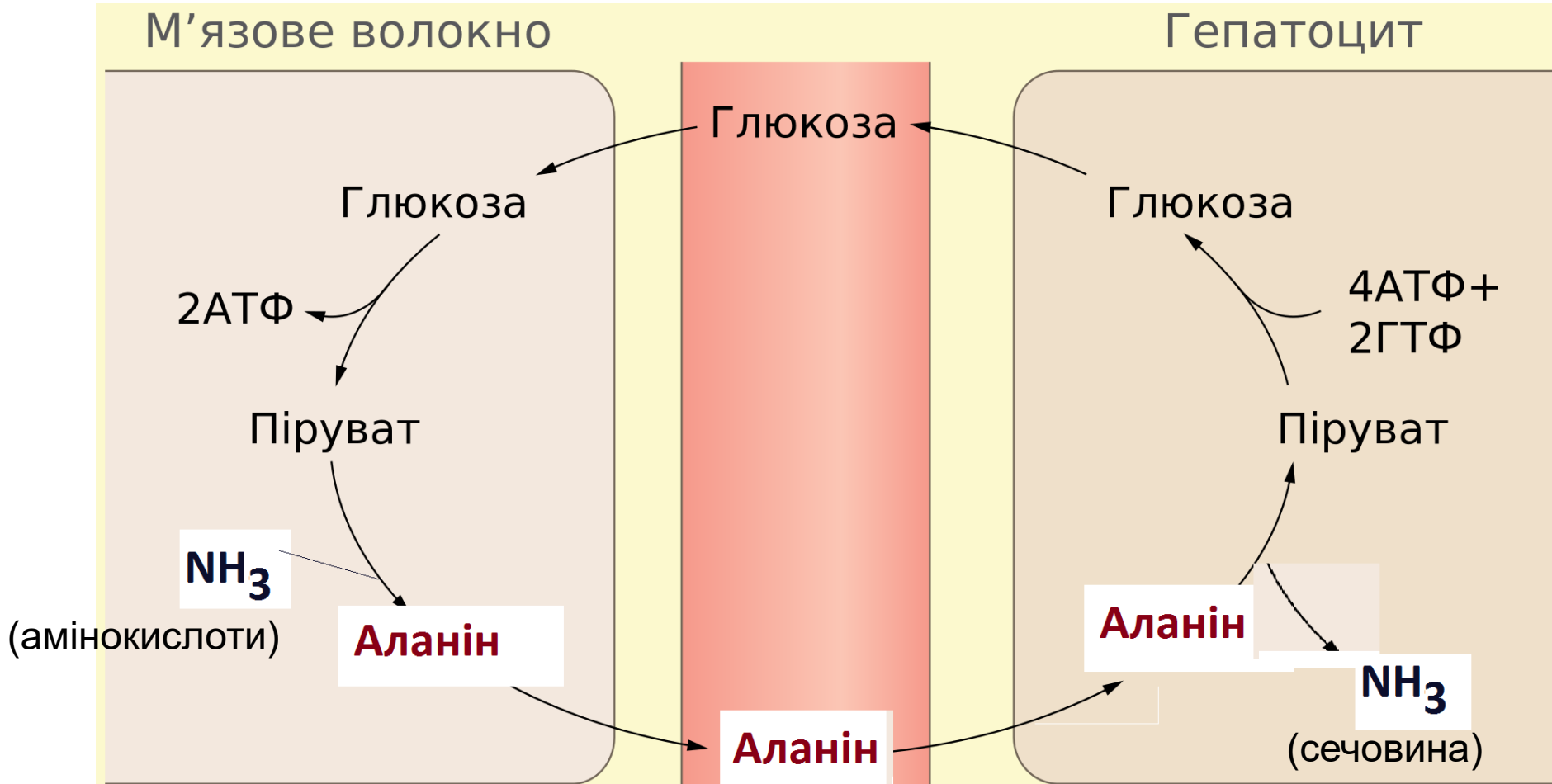
**Глюкокортикоїди**

**Глюкагон**

# Глюкозо-лактатний цикл Корі



# Глюкозо-аланіновий цикл





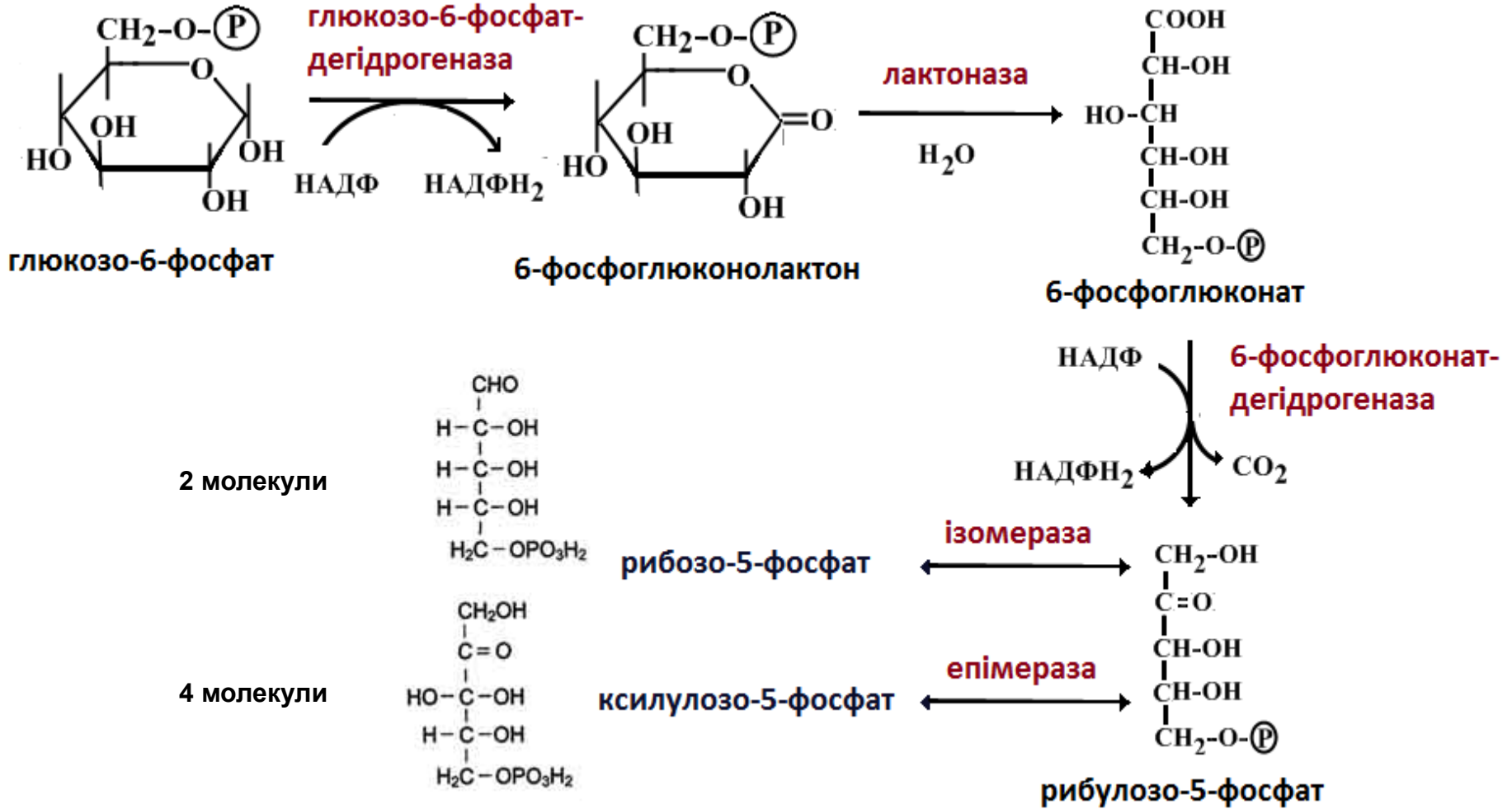
**Пентозофосфатний шлях** –  
альтернативний шлях окиснення  
глюкози, що супроводжується  
утворенням фосфопентоз та НАДФН

**Локалізація** - цитозоль  
еритроцити, печінка, жирова тканина  
кора наднирників

*цикл Варбурга-Дікенса-Ліпмана-Енгельгардта  
апотомічний шлях розпаду глюкози  
пряме окиснення глюкози  
гексозомонофосфатний шунт*

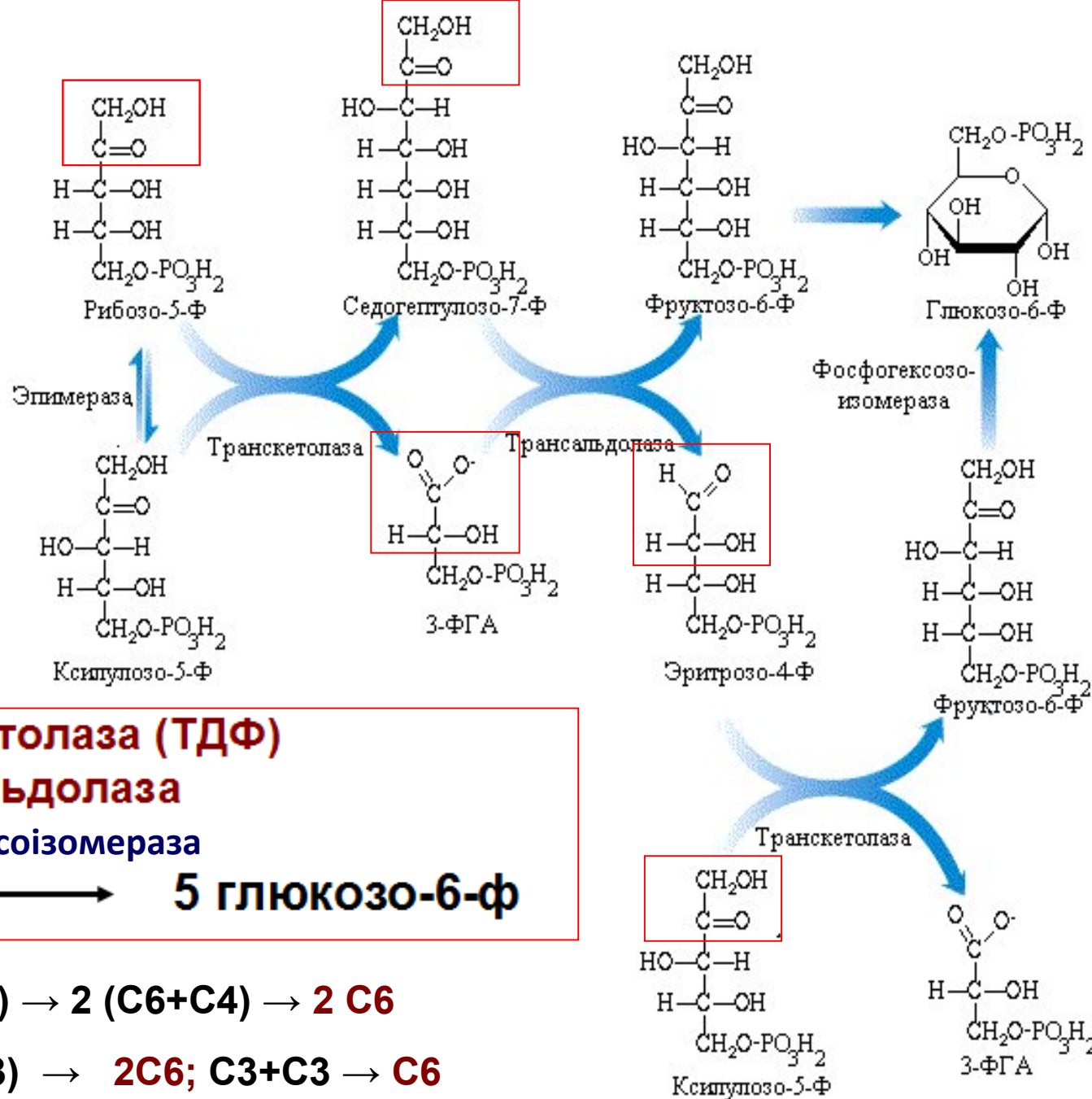
1

# Окиснювальна стадія ПФШ



2

# стадія ізомерних перетворень



**транскетолаза (ТДФ)**

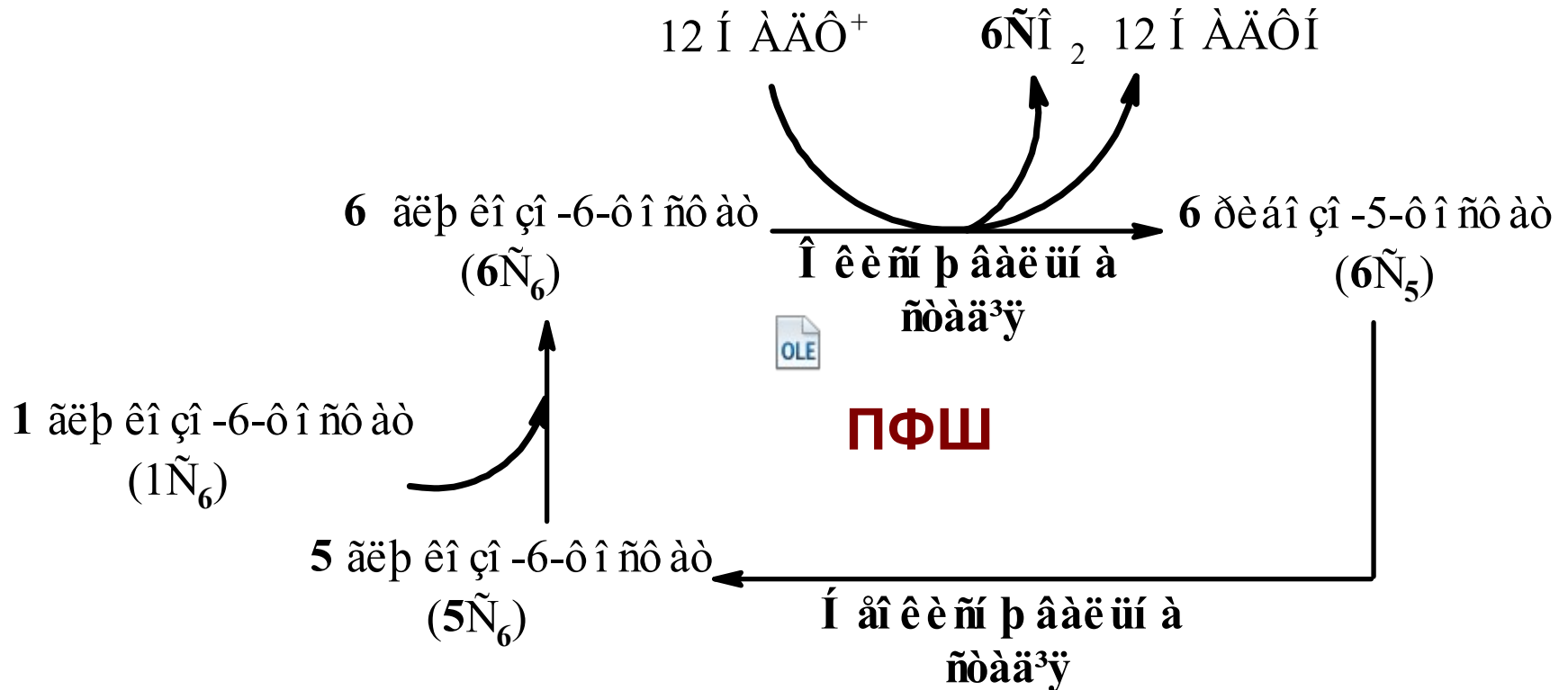
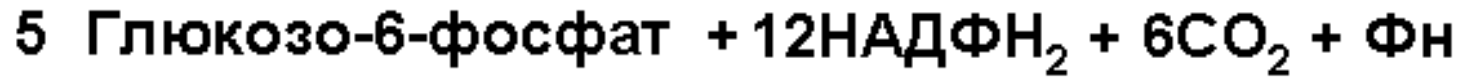
**трансальдолаза**

**фосфогексоізомераза**

**6 рибозо-5-ф → 5 глюкозо-6-ф**

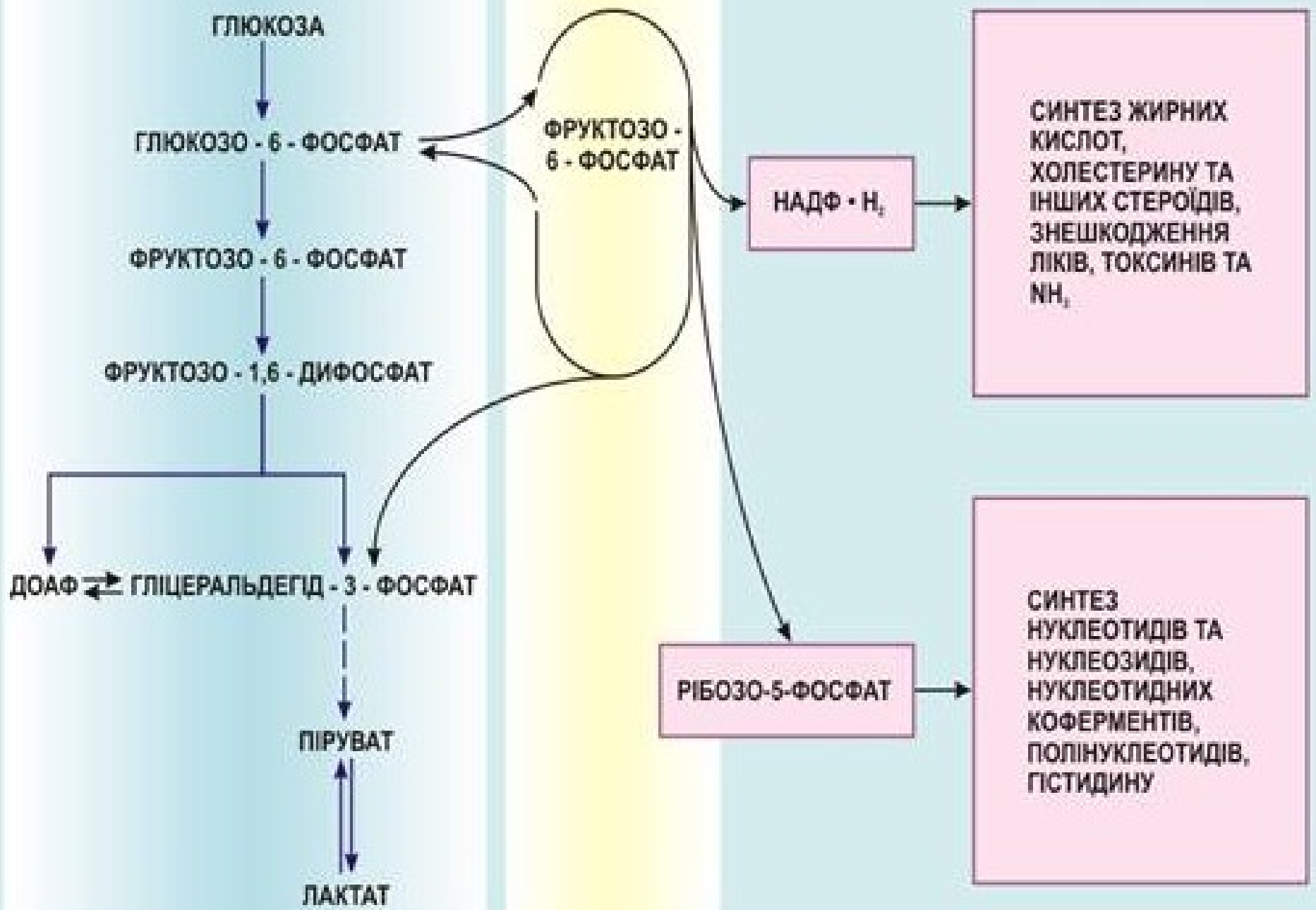
**2(C5+C5) → 2(C7+C3) → 2 (C6+C4) → 2 C6**

**2(C5+C4) → 2(C6+C3) → 2C6; C3+C3 → C6**

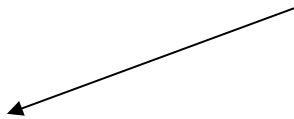


# ГЛІКОЛІЗ

# ПФЦ



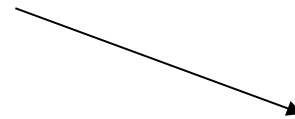
**Регуляторні ферменти ПФШ:  
глюкозо-6-фосфатдегідрогеназа  
6-фосфоглюконатдегідрогеназа**



**Інгібітори**

**НАДФН<sub>2</sub>**

**Глюкагон**



**Активатори**

**НАДФ**

**Інсулін**

**Фавізм** - хвороба зчеплена з Х-хромосомою

**Дефіцит глюкозо-6-фосфатдегідрогенази →**

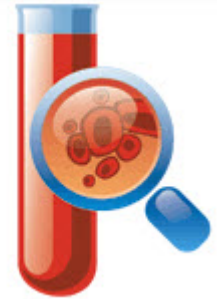
**гемоліз еритроцитів, що викликають**

💣 **кінські боби (*Vicia faba*)**

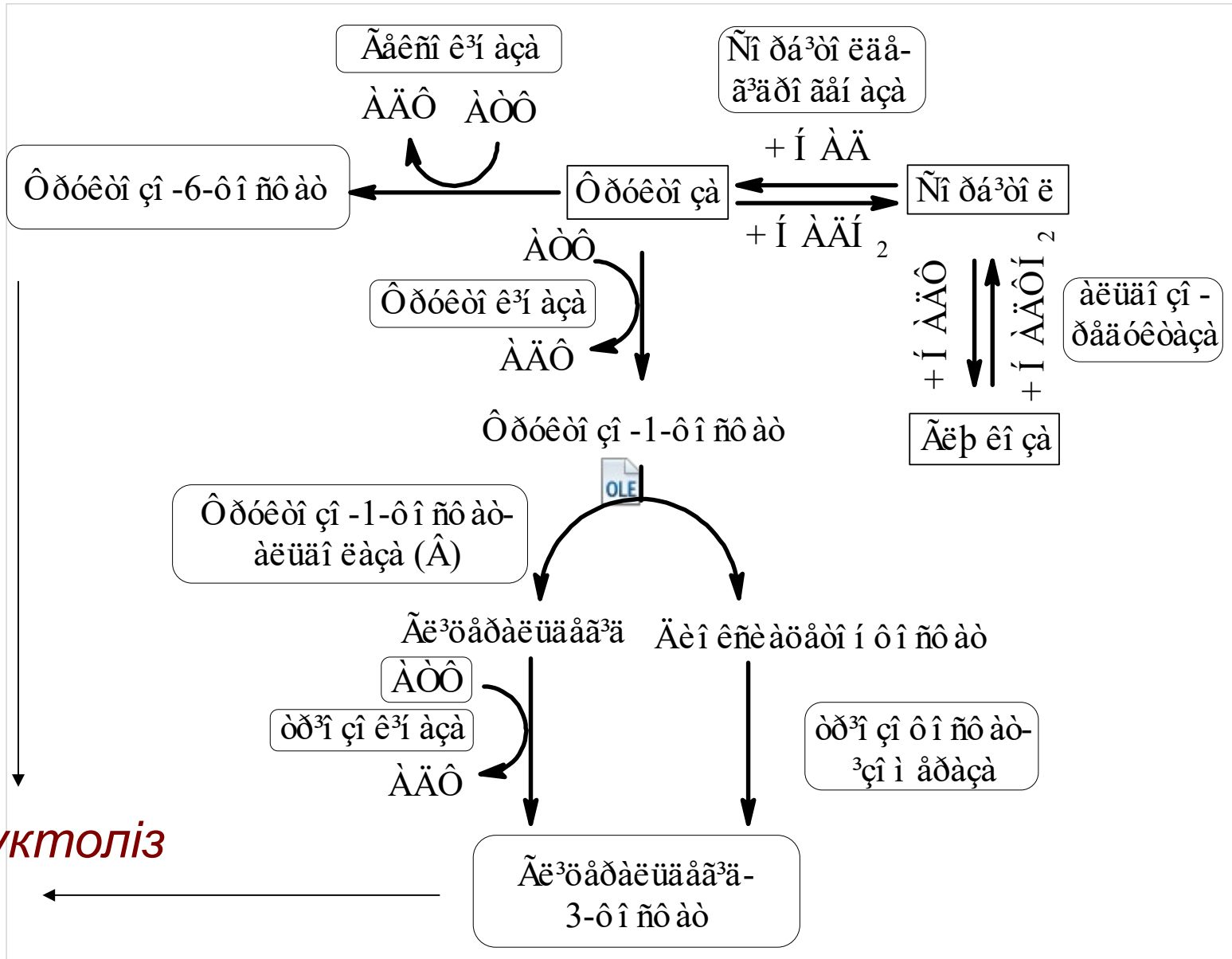
💣 **протималярійні**

**(примахин),**

**сульфаніламід**



# Метаболізм фруктози



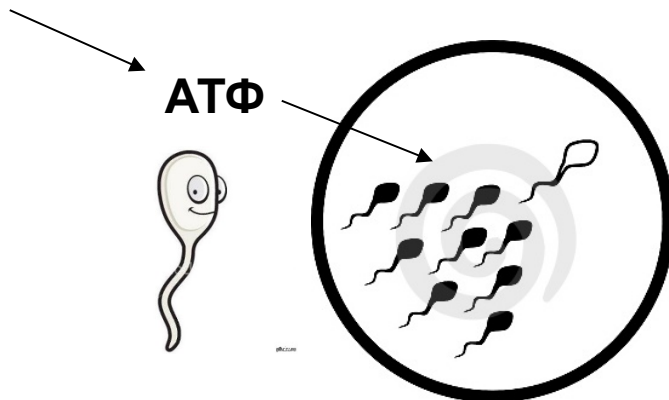
*фруктоліз*



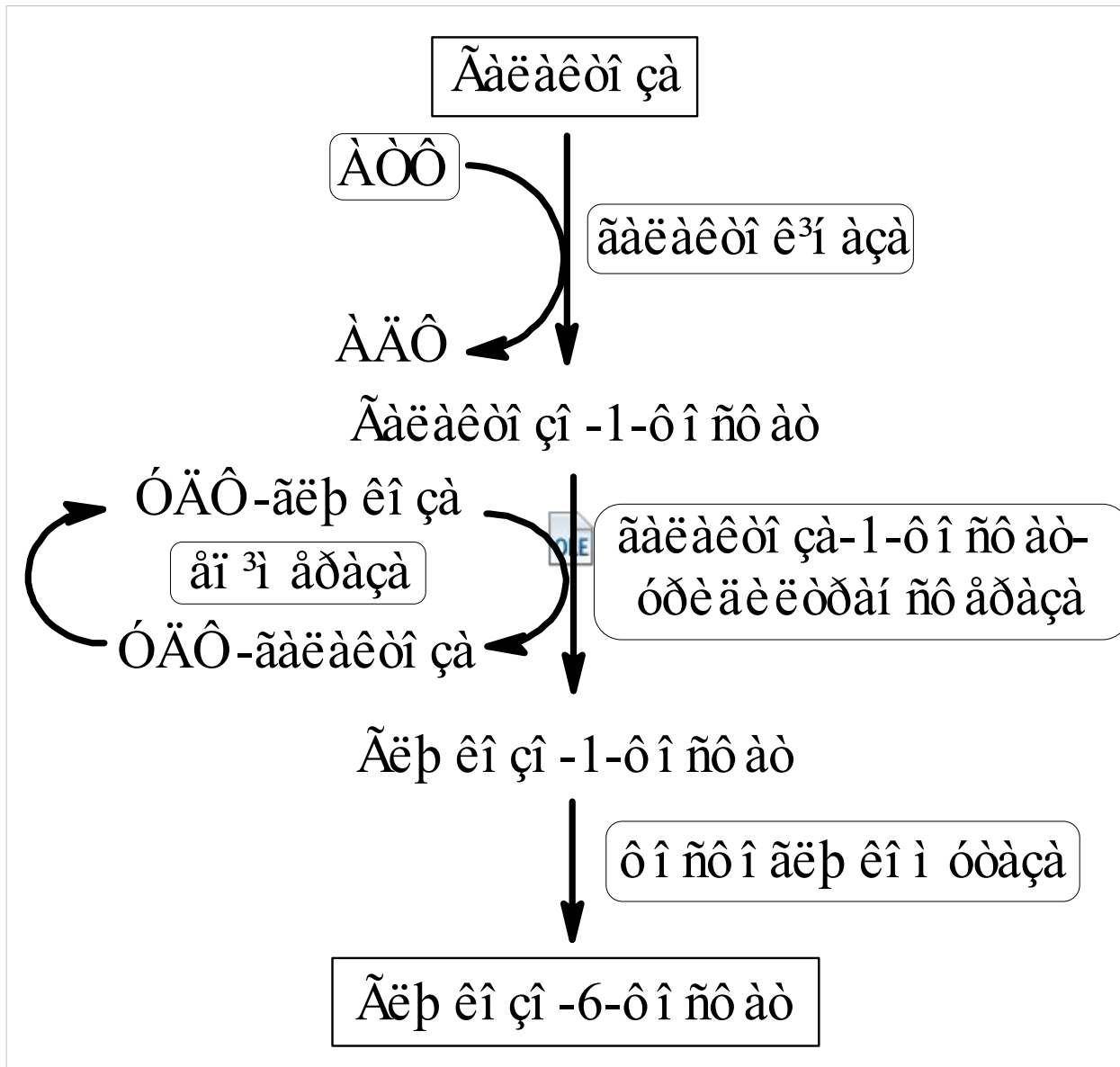
# Патологія обміну фруктози

- **непереносимість фруктози - дефіцит фруктозо-1-фосфатальдолази** (альдолази В) → ↑ фруктозо-1-фосфату → **гіпоглікемія натще** (блокує фосфороліз глікогену)
- **фруктоземія - дефіцит фруктокінази**

Фруктоза

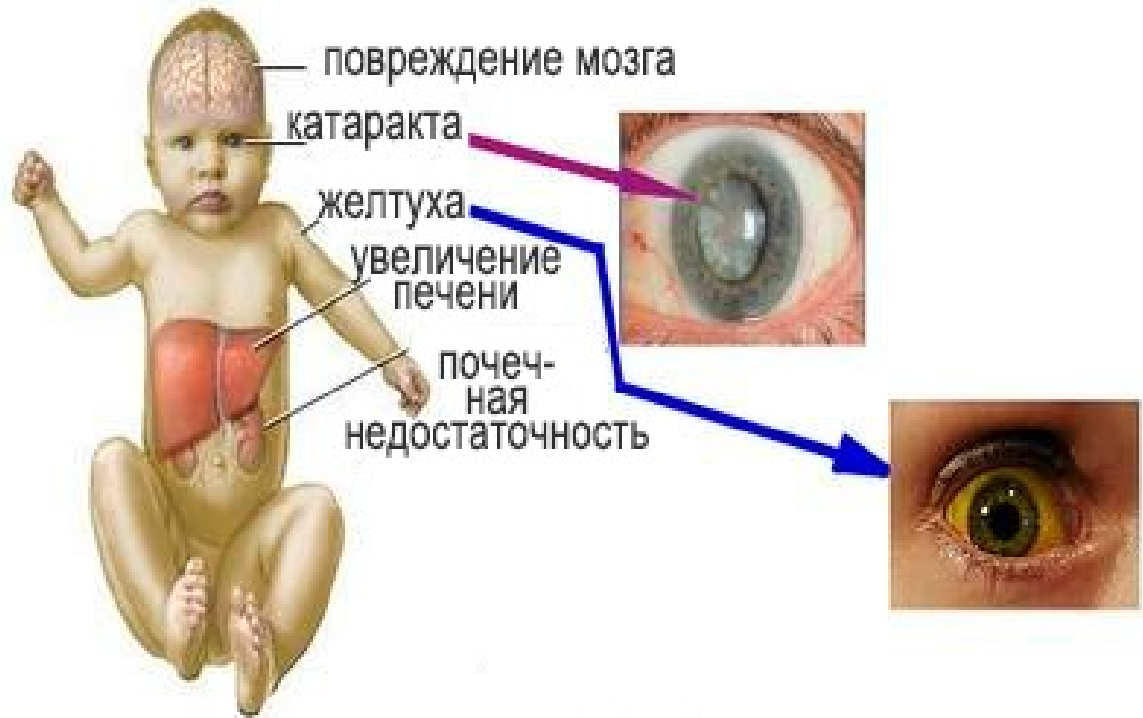


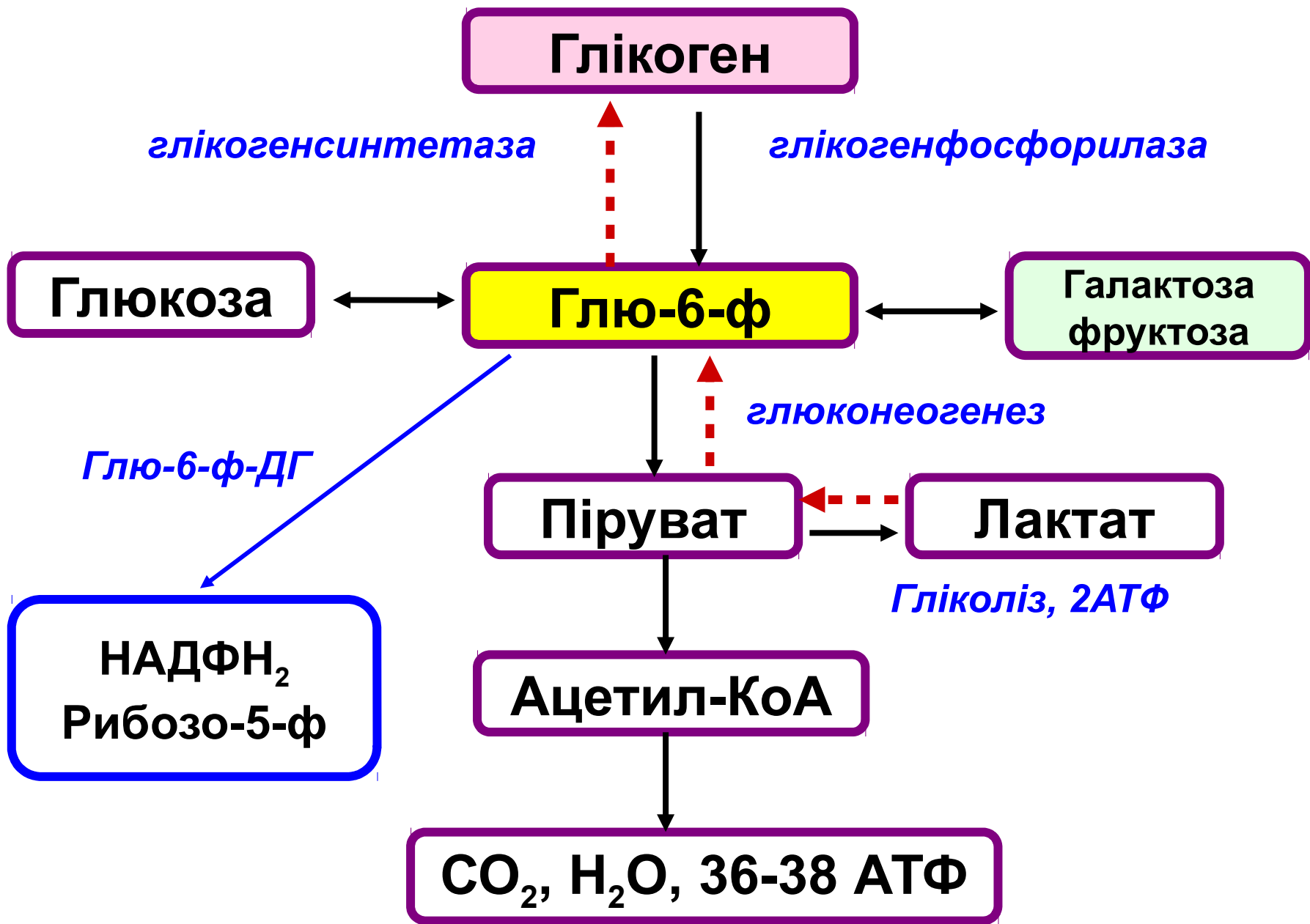
# Метаболізм галактози



# Галактоземія – дефіцит галактозо-1-фосфатуридилтрансферази.

- ↑ рівня галактози в крові, катаракта, ураження печінки, головного мозку





Дякую за увагу!