

Найважливіші мікробіологічні  
процеси збудники яких є  
мікроорганізми

# 1. Спиртове бродіння

- Спиртове бродіння-це процес розкладу цукру на спирт і вуглекислий газ у результаті життєдіяльності мікроорганізмів.



- Збудники бродіння:
  - ✓ основні-дріжджі Sacch. ellipsoideus,
  - ✓ рідко-деякі представники мукорових грибів і бактерій

мал.1 спиртове бро

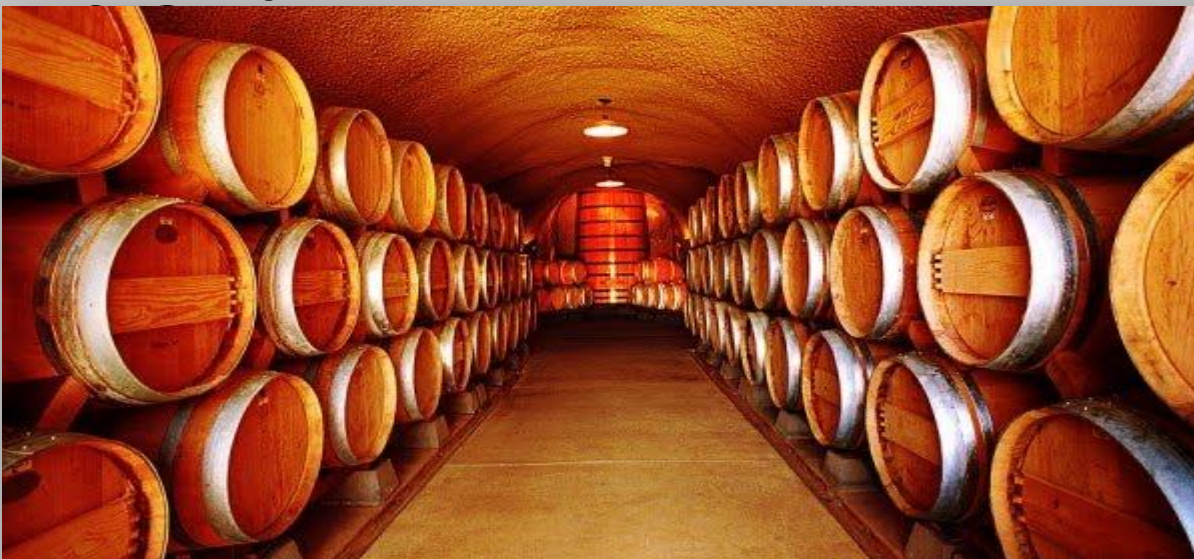


Процес спиртового бродіння лежить на основі виноробства, пивоваріння, хлібопечення, ви-робництва етилового спирту і гліцерину. Разом з молочнокислим бродінням воно використовується при виробництві деяких кисломолочних продуктів (кефіру, кумису), при квашенні овочів і плодів.

Однак спонтанне спиртове бродіння, яке виникає у цукромістких продуктах (варенні, сиропах та ін.), викликає псування.

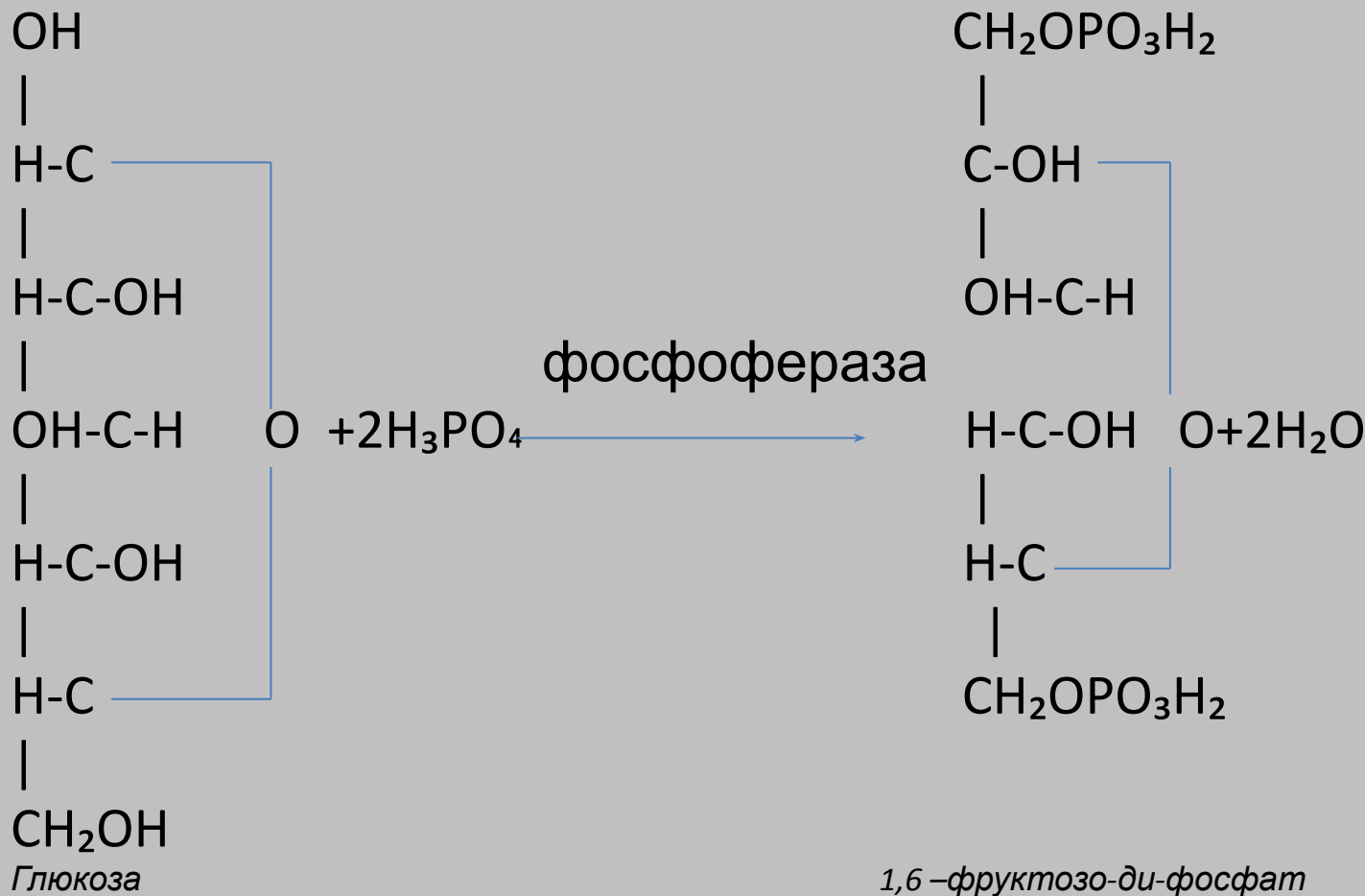
# Хімізм спиртового бродіння

Процес спиртового бродіння відбувається за складною схемою, з утворенням цілої низки побічних продуктів. Біохімічні реакції проходять з участю різних ферментів клітин. Умовно цей процес можна поділити на 7



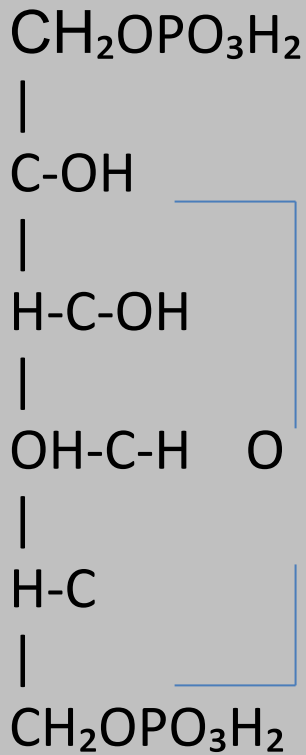
мал.2 бродіння вина

# Перша стадія: фосфорилування ГЛЮКОЗ



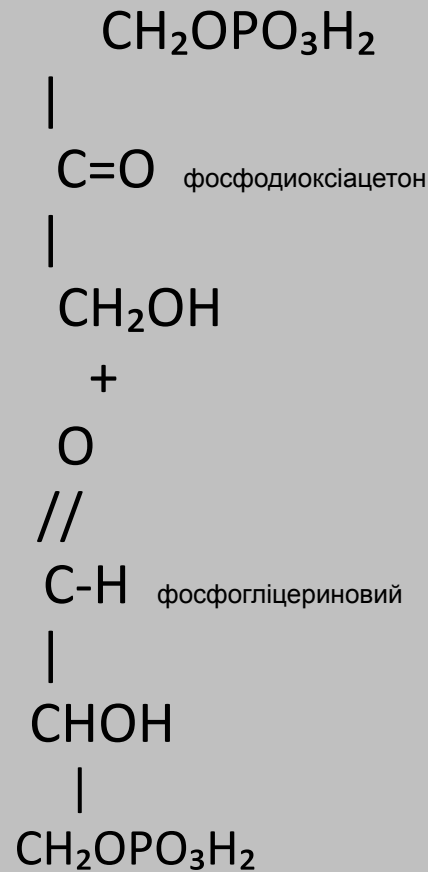
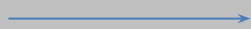
Одночасно АТФ  $\longrightarrow$  АДФ

# Друга стадія:розпад 1,6 фруктозодифосфату на 2 тріози

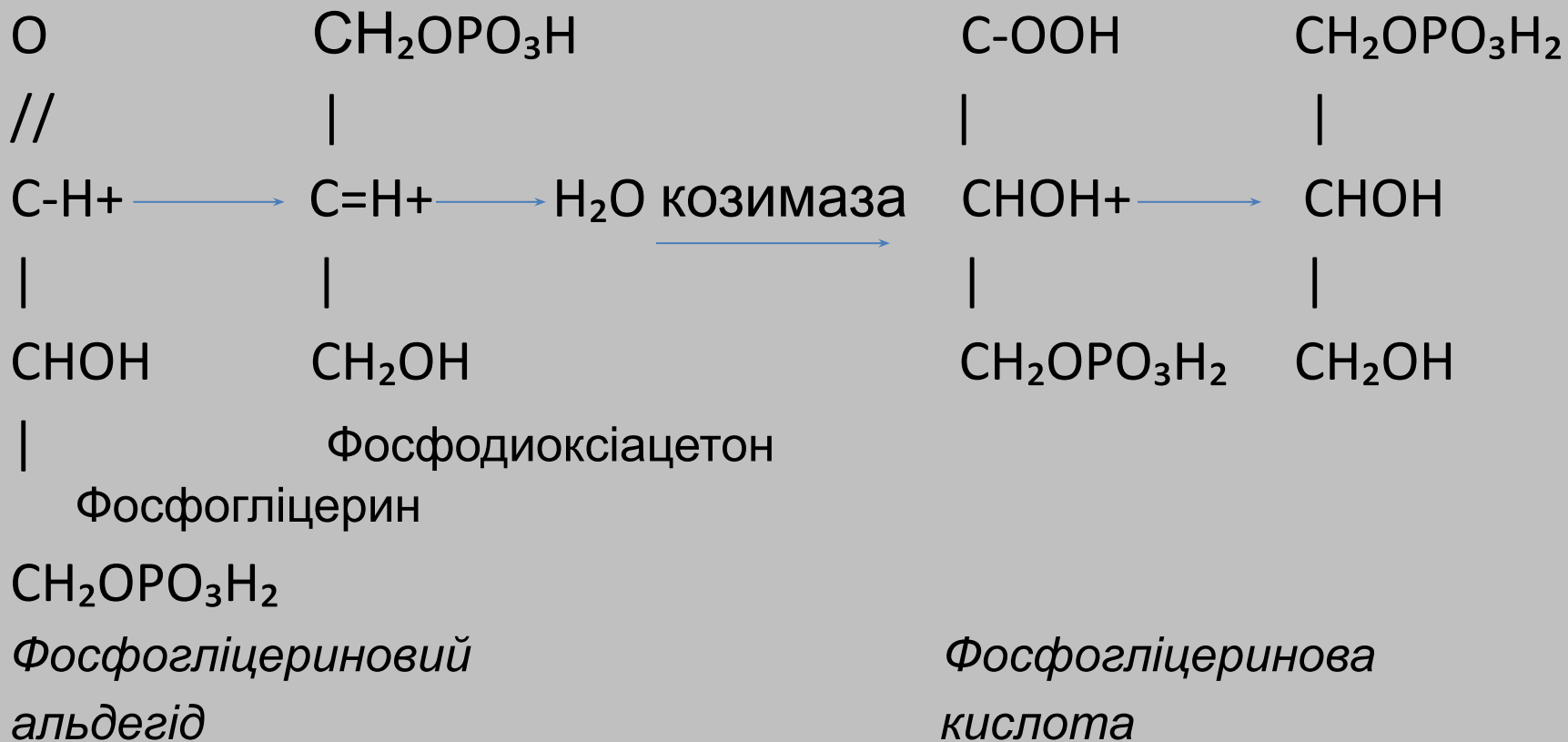


*1,6-фруктозо-ди-фосфат*

альдоза



Третя стадія: фосфодіоксіацетон і фосфогліцериновий альдегід вступають у взаємозв'язану окисно-відновну реакцію



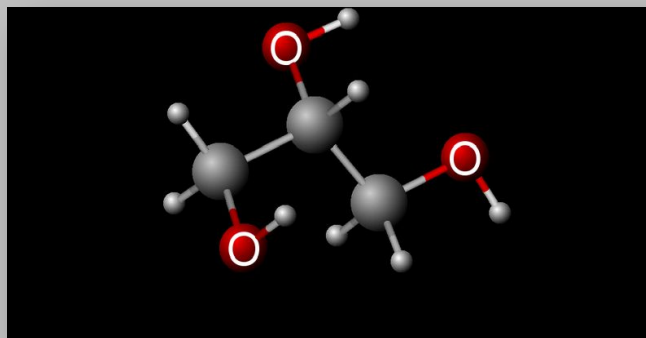
# Четверта стадія: гліцеринфосфат дефосфорилується



*Гліцеринофосфат*

*Гліцерин*

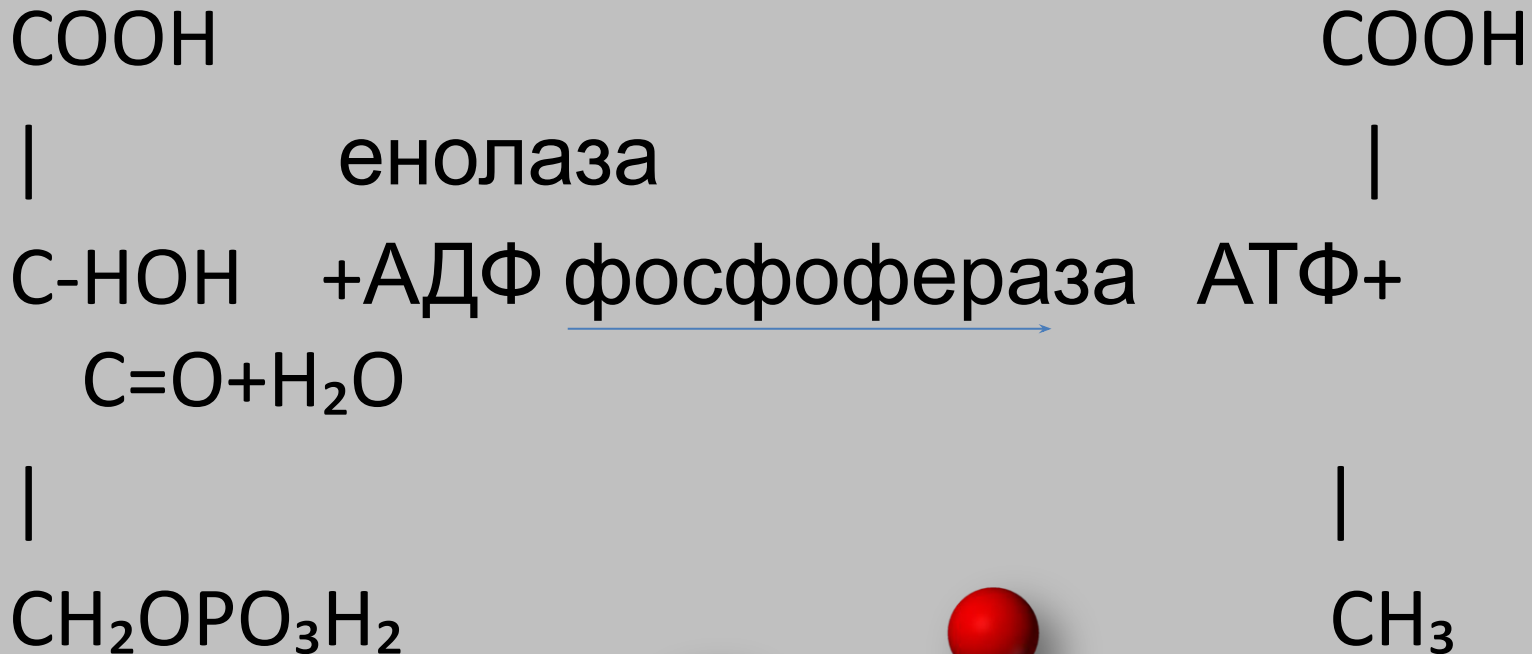
гліцерину



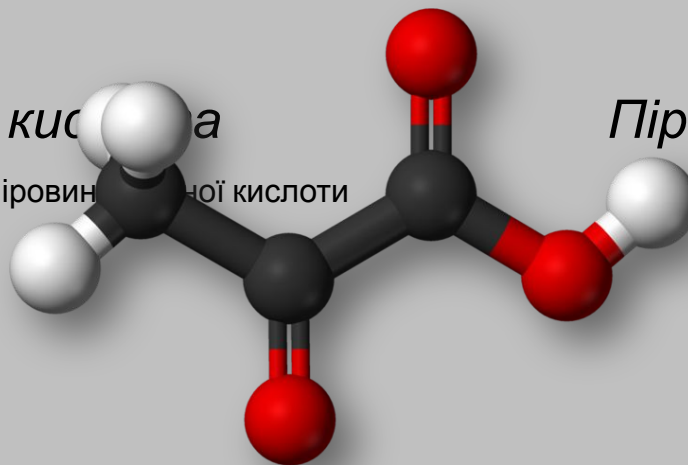
Мал. 3  
молекула



П'ята стадія: фосфогліцеринова кислота перетворюється в піровиноградну кислоту, а фосфорна кислота поглинається аденизіндіфосфатом, який перетворюється в АТФ.



*Фосфогліцеринова кислота*  
*кислота* мал.4 молекула піровиноградної кислоти



*Піровиноградна*

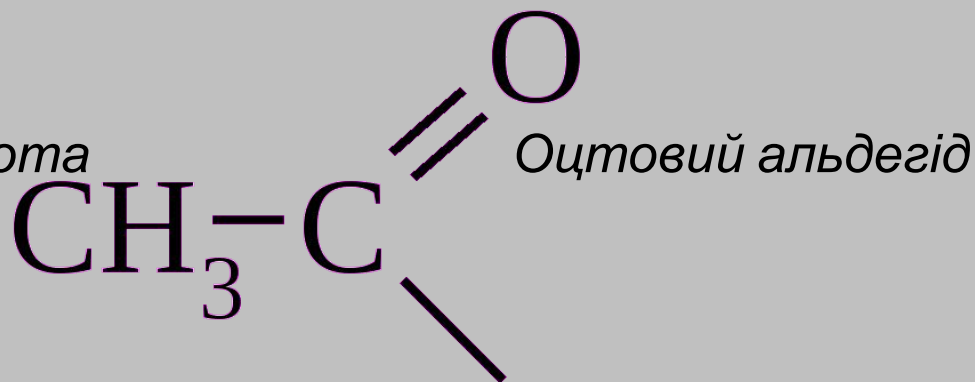
Шоста стадія: пірвіноградна кислота  
декарбоксілюється і перетворюється в оцтовий  
альдегід і вуглекислий газ.



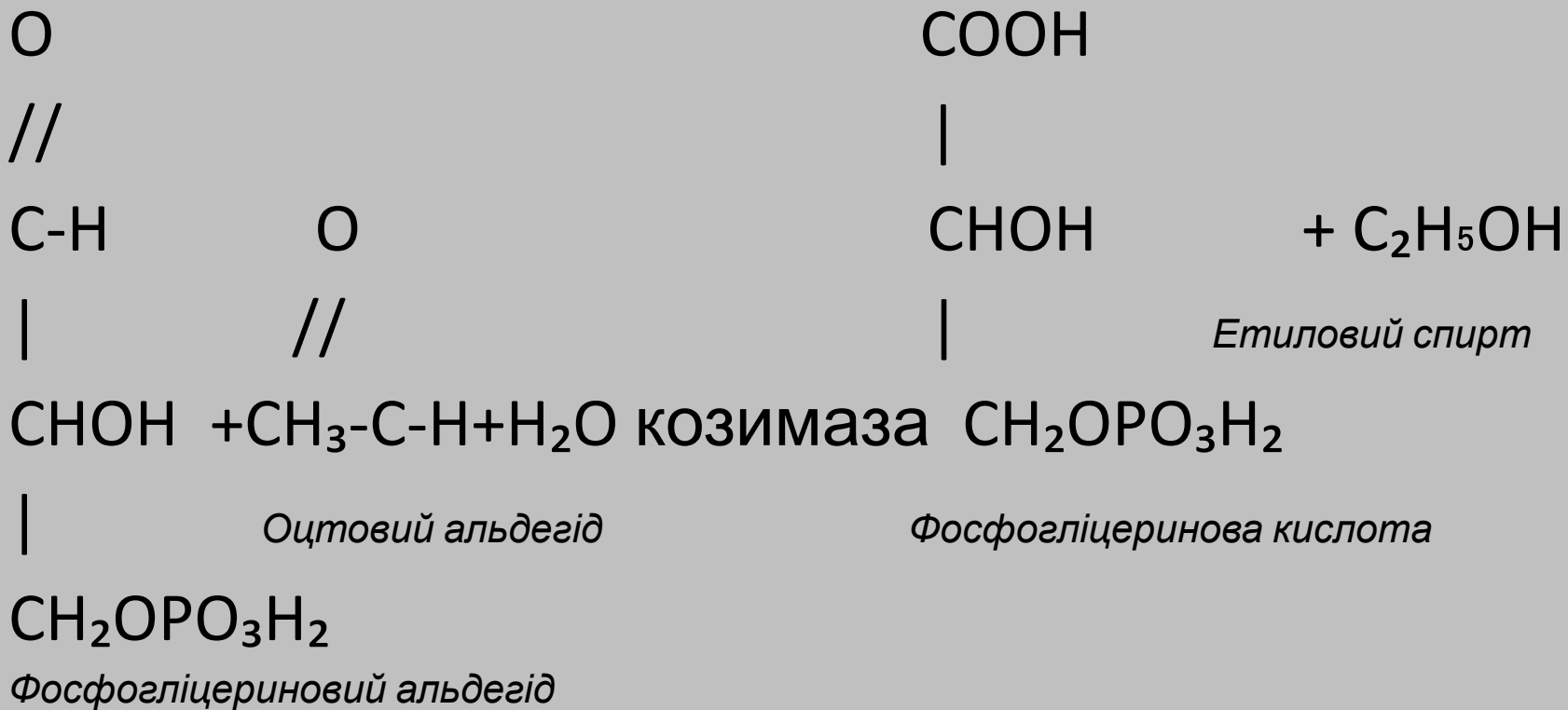
*Пірвіноградна кислота*

*мал.5 молекула*

*оцтового альдегіду*



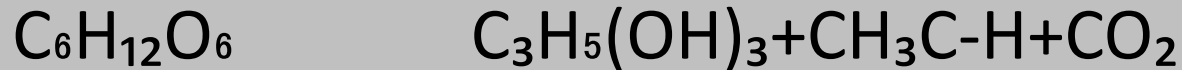
# Сьома стадія



# Гліцеринова форма спиртового бродіння

Гліцерин утворюється тоді, коли в середовищі немає оцтового альдегіду. Додавання до бродильного субстрату сірчанокиислого натрію ( $\text{NaHSO}_3$ ) зв'язує оцтовий альдегід і він виводиться з реакції. У такому випадку окисно-відновна реакція знову відбувається за рівнянням III стадії і за реакцією IV стадії – з утворенням гліцерину.

# Сумарне рівняння гліцеринової форми спиртового бродіння



На практиці вдається отримати 40% гліцерину (по відношенню до забродженого продукту)

Гліцерин можна отримати також, якщо спиртове бродіння проводити у лужному середовищі (рН8), коли оцтовий альдегід не виводиться з реакції, а паралельно відбуваються два окисно-відновні процеси

за реакціями I, II, III і V стадій. У цьому випадку гліцерину утворюється менше, ніж при введенні  $\text{NaHSO}_3$

## Побічні продукти спиртового бродіння



## Оптимальні умови протікання спиртового бродіння

- концентрація цукру 15%
  - рН середовища 4-5
  - температура 30 ° С
- відсутність кисню повітря

# Типи спиртового бродіння

- ❖ верхове-проходить дуже швидко при температурі ,близькій до оптимальної, супроводжується сильним виділенням  $\text{CO}_2$  і піни,які й виносять на поверхню дріжджі; застосовується при виробництві спирту і вина.
- ❖ низове-проходить спокійніше і повільніше при температурі  $10^\circ\text{C}$ , піни утворюється значно менше,тому дріжджі залишаються на дні; використовується при пивоварінні.

Під час виробництва спирту із крохмалистої сировини(картоплі,зерна) крохмаль перед бродінням перетворюють у цукор(гідролізують). Гідроліз проводять за допомогою мінеральних кислот або солоду (пророслого зерна),який містить амілазу, що

