

**Найважливіші
мікробіологічні процеси
та їхня роль у харчовій
промисловості**

Зміст:

- 1.Спиртове бродіння.
- 2.Молочнокисле бродіння.
- 3.Пропіоновокисле бродіння.
- 4.Маслянокисле бродіння.
- 5.Оцтовокисле бродіння.
- 6.Лимоннокисле бродіння.

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 мукових грибів і бактерій.

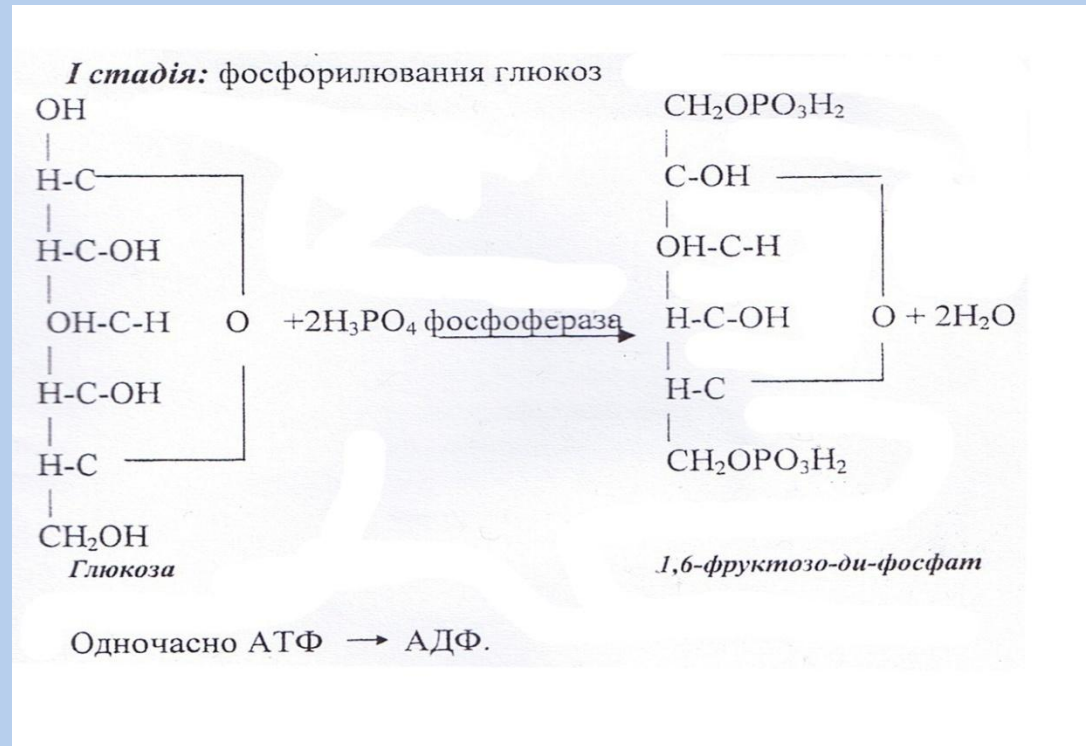
Процес спиртового бродіння лежить в основі виноробства, пивоваріння, хлібопечення, виробництва етилового спирту і гліцерину. Разом з молочнокислим бродінням воно використовується при виробництві деяких кисломолочних продуктів(кефіру, кумису), при квашенні овочів і плодів.

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

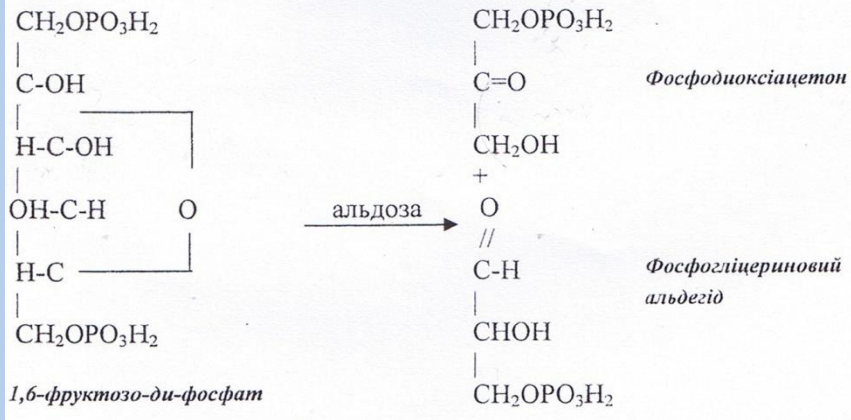
Хімізм спиртового бродиння.

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 стадій.



II стадія: розпад 1,6 фруктозодифосфату на 2 тріози.



III стадія: фосфодиоксиацетон і фосфоглицериновий альдегід вступають у взаємозв'язану окисно-відновну реакцію.

IV стадія: глицеринфосфат дефосфорилується.

Глицеринфосфат + АДФ
енолаза □

Глицерин

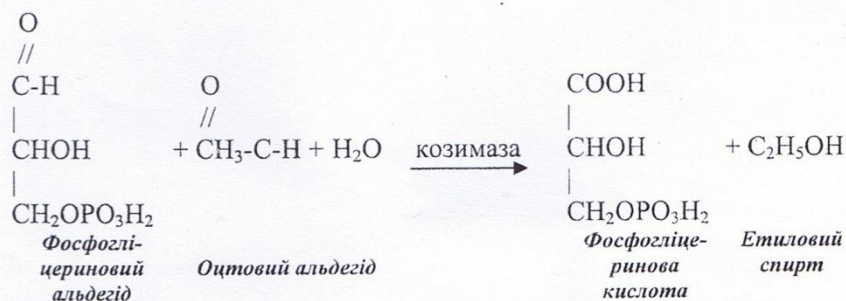
V стадія: фосфоглицеринова кислота перетворюється в піро-виноградну кислоту, а фосфорна кислота поглинається аденизиндифосфатом, який перетворюється в АТФ.

Фосфоглицеринова кислота + АДФ
фосфорилаза □ АТФ + піровиногр

VI стадія: пірвіноградна кислота декарбокислюється і перетворюється в оцтовий альдегід та вуглекислий газ.



VII стадія:



Гліцеринова форма спиртового бродіння

Гліцерин утворюється тоді, коли в середовищі немає оцтового альдегіду.

Додавання до бродильного субстрату сірчанокислого натрію (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 (рН 8), коли оцтовий альдегід не виводиться з реакції, а паралельно відбуваються два окисно-відновні процеси за реакціями III і IV стадій. У цьому випадку гліцерину утворюється менше, ніж при введенні NaHSO_3

• Побічні продукти спиртового бродіння:

- гліцерин
- оцтова кислота
- оцтовий альдегід
- складні ефіри
- сивушні олії

Оптимальні умови протікання спиртового бродіння:

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

Типи спиртового бродіння:

-верхове: проходить дуже швидко при температурі, близькій до оптимальної, супроводжується сильним виділенням CO_2 і піни, які й виносять на поверхню дріжджі; застосовується при виробництві спирту і вина.

-низове: проходить спокійніше і повільніше при температурі 10°C , піни утворюється значно менше, тому дріжджі весь час 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 перетворює крохмаль на цукор.

2. Молочнокисле бродіння

Молочнокисле бродіння- це процес перетворення цукру в молочну кислоту в результаті життєдіяльності молочнокислих бактерій.

Типи молочнокислого бродіння:

-типове (гомоферментативне): у процесі молочнокислого бродіння утворюється тільки **молочна кислота**.

-нетипове (гетероферментативне): у процесі молочнокислого бродіння поряд з **молочною кислотою** утворюються **інші продукти**(оцтова кислота, етиловий спирт, вуглекислий газ та ін.)

Сумарні рівняння
молочнокислого бродіння
типового $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CHOHCOOH$

нетипового $2C_6H_{12}O_6 \rightarrow CH_3CHOHCOOH +$
 CH_2COOH
 $CH_3COOH + | \quad + C_2H_5OH + CO_2 + H_2$
 CH_2COOH

бродіння

для всіх **молочнокислих бактерій** (як кулястих, так і паличкоподібних) спільники є

такі ознаки:

- нерухомість
- не утворюють спор
- грампозитивні
- факультативні анаероби
- продукт обміну – молочна кислота
 - мезофіли (більшість)
- широко поширені у природі (в молоці, на рослинах, на поверхні плодів і овочів, у повітрі, в кишечнику тварин і людини)

Найважливіші представники типових молочнокислих бактерій та їх використання

- **Streptococcus lactis** (молочнокислий стрептокок)-коки, завжди присутні в молоці і викликають самоскисання, оптимальна температура 36°C, слабкі кислотоутворювачі (накопичують 1% молочної кислоти), ферментують лактозу, мальтозу, глюкозу і галактозу.
 - **Streptococcus cremoris** (вершкова паличка)-коки, ферментують лактозу, глюкозу, галактозу. Мальтозу і сахарозу не перетворюють. Оптимальна температура 30°C. Використовують при виробництві сметани і масла.
 - **Bact. bulgaricum** (болгарська паличка)-палички, ферментують глюкозу, фруктозу, галактозу, лактозу. Сахарозу і мальтозу не ферментують. Оптимальна температура 40..45°C (термофіли). Використовують при виробництві йогуртів, кумису.

□ ***Bact. acidophilum* (ацидофільна паличка)**-палички, ферментують лактозу, мальтозу, сахарозу і глюкозу. Оптимальна температура 40° С. Деякі види здатні до слизоутворення. Продукують антибіотичні речовини. Використовують для виробництва ацидофільних кисломолочних продуктів, біопрепаратів для лікування і профілактики шлунково-кишкових захворювань людини та сільськогосподарських тварин.

□ ***Bact. casei* (сирна паличка)**-палички, ферментують мальтозу, лактозу, глюкозу, фруктозу. Оптимальна температура 40°С Використовується при виробництві сиру.

□ ***Bact. Delbrüeckii* (дельбрюківська паличка)**-палички, ферментують усі цукри за винятком лактози, тому в молоці не розвивається. Оптимальна температура 45..50°С. Використовується для отримання молочної кислоти із цукру, а також при випічці хліба.

□ ***Bact. plantarum* (молочнокисла паличка)**-коротенькі палички часто з'єднані попарно. Температурний оптимум 30°С. Основний збудник бродіння при квашенні овочів і плодів та силосуванні кормів.

Найважливіші представники нетипових (гетероферментативних) молочнокислих бактерій та їх використання

Str. citrovorus, *Str. diacetylactis* ароматоутворюючі молочнокислі стрептококи, утворюють леткі кислоти, CO₂, ацетилметилкарбоніл, який під час окислення переходить в діацетил, що надає особливого аромату маслу вершковому.

Leuconostoc cremoris перетворюють крім цукру лимонну кислоту та її солі з утворенням діацетилену. Вживаються в комбінованих заквасках з метою ароматизації продукту. Деякі види *Leuconostoc* є активними слизоутворювачами.

L. brevis паличкоподібні бактерії, що перетворюють цукру з утворенням молочної та оцтової кислот, а також етилового спирту і CO₂. Часто зустрічаються при квашенні капусти та огірків.

Використання та практичне значення молочнокислого бродіння

- **молочна промисловість**: Під час виробництва всіх молочнокислих напоїв, ацидофільної пасти, кисломолочного сиру, сметани, сичугових сирів, масла вершкового.
- **хлібопечення**: При виготовленні житнього хліба молочна кислота, що утворюється при ферментації тіста, сприяє набряканню білків, розвитку дріжджів і покращує смак хліба.
- **квашення овочів**: Квашені овочі добре зберігаються, тому що в кислому середовищі не можуть розвиватися збудники гниття.

• **силосування кормів:** Силосування кормів, основане на молочнокислому бродінні, дозволяє зберегти різні їх види незалежно від погоди і без втрат вітамінів. Шляхом силосування консервують траву, кукурудзу, гичку картоплі, буряків та ін.

• **отримання молочної кислоти:** Її використовують для декальцинування (усунення вапна) із шкіри, як протрава під час фарбування тканин, в харчовій промисловості (кондитерські вироби, безалкогольні напої, консерви та ін.), в медицині.

Спонтанне (самовільне) молочнокисле бродіння в продуктах (в молоці, вині, пиві, безалкогольних напоях та ін.) може призвести до скисання, помутніння, ослизнення та інших видів псування.