

**ПРИМЕНЕНИЕ  
РЕАКЦИЙ  
БРОЖЕНИЯ  
В ПИЩЕВОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**ВЫПОЛНИЛА: ПЕШКОВА АЛИНА 10  
“А”**

# **БРОЖЕНИЕ**

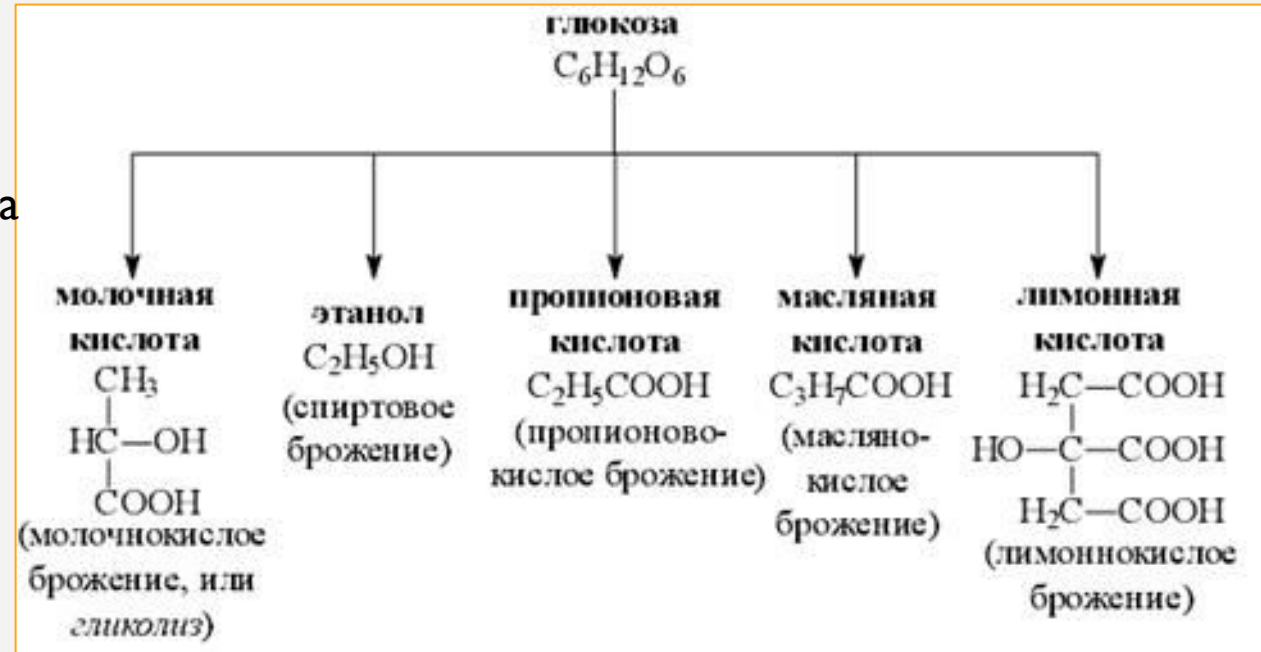
БИОХИМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОСНОВАННЫЙ НА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В АНАЭРОБНЫХ УСЛОВИЯХ.

В ХОДЕ БРОЖЕНИЯ ПРОИСХОДИТ ОБРАЗОВАНИЕ АТФ ЗА СЧЁТ СУБСТРАТНОГО ФОСФОРИЛИРОВАНИЯ. ПРИ БРОЖЕНИИ СУБСТРАТ ОКИСЛЯЕТСЯ НЕ ПОЛНОСТЬЮ, ПОЭТОМУ БРОЖЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИ МАЛОЭФФЕКТИВНО В СРАВНЕНИИ С ДЫХАНИЕМ, В ХОДЕ КОТОРОГО АТФ ОБРАЗУЕТСЯ НЕ ЗА СЧЁТ СУБСТРАТНОГО ФОСФОРИЛИРОВАНИЯ, А ЗА СЧЁТ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ФОСФОРИЛИРОВАНИЯ.

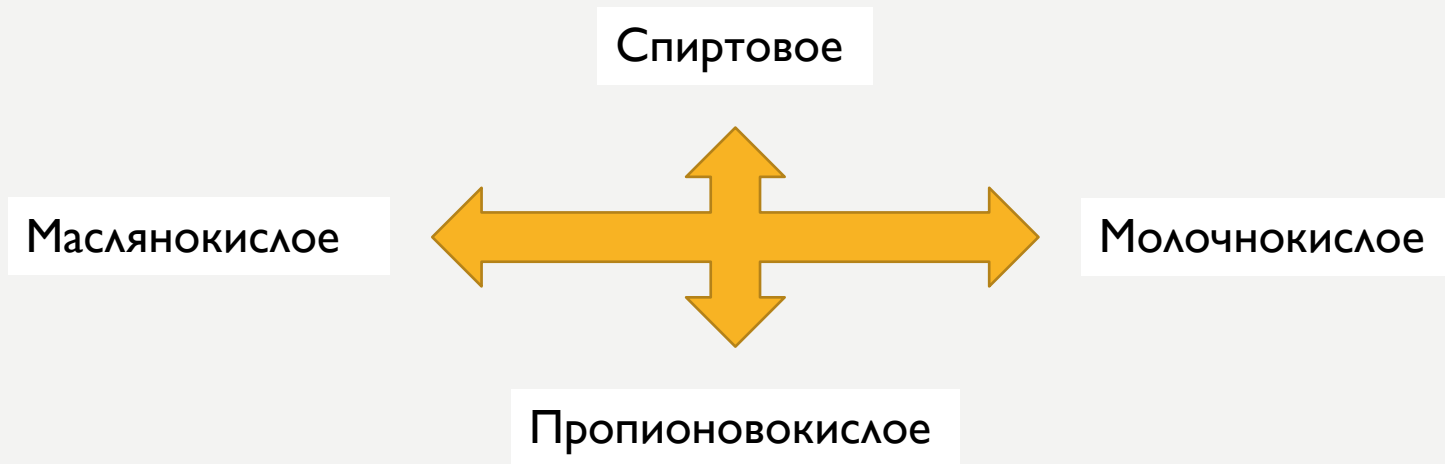
**Брожение** - процесс анаэробного расщепления углеводов (глюкозы), происходящий под влиянием микроорганизмов или выделенных из них ферментов.

- Брожение, **идентично** по химизму реакциям гликолиза в **аэробных условиях** вплоть до образования **пирувата**.
- Далее в **зависимости** от вида **микроорганизмов** пировиноградная кислота подвергается **различным** превращениям с образованием **различных** конечных продуктов.

### Виды брожения глюкозы и их конечные продукты



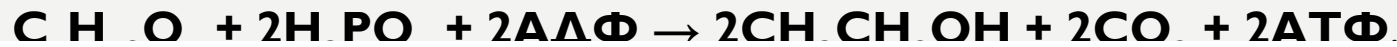
# Основные типы брожения



# Спиртовое брожение.

Спиртовое брожение. Для дрожжей характерен процесс спиртового брожения.

Суммарно уравнение спиртового брожения может быть представлено в следующем виде:



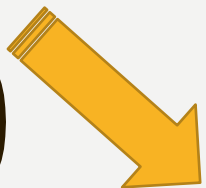
!!!В процессе спиртового брожения вплоть до образования пирувата реакции идут по механизму аэробного гликолиза.

Превращение пирувата в продукты спиртового брожения включает две реакции

Схема спиртового брожения глюкозы:

- реакции 1-10 – расщепление глюкозы до пировиноградной кислоты (совпадает с аэробным гликолизом);
- реакции 11-12 – образование этилового спирта из пировиноградной кислоты.





**11) Необратимая реакция декарбоксилирования пирувата** при участии имеющегося в дрожжах фермента **пируватдекарбоксилазы** с образованием **уксусного альдегида** и **двуокиси углерода**.

**12) Реакция восстановления альдегида до этанола** при действии фермента **алкогольдегидрогеназы**, содержащего в качестве **кофермента НАД** в восстановленной форме (**НАДН·Н<sup>+</sup>**), образовавшийся при окислении **1,3-глицеринфосфорной кислоты (реакция б)**.

**Энергетический эффект** спиртового брожения: при сбраживании

**1 моля глюкозы** образуются:

- **2 моля этилового спирта**;

- **2 моля CO<sub>2</sub>**;

в результате **фосфорилирования 2 молей АДФ** образуются **2 моля АТФ**.

**Сбраживание углеводов** (глюкозы, ферментативных гидролизатов крахмала, кислотных гидролизатов древесины) используется во многих отраслях **промышленности**: для получения **этилового спирта, глицерина** и др. технических и пищевых продуктов.

На спиртовом брожении глюкозы основаны **приготовление теста** в хлебопекарной промышленности, **виноделие** и **пивоварение**.

# Практическое использование значение

Спиртовое брожение лежит в основе производства:

- пива,
- вина,
- этилового спирта,
- используется в хлебопечении;
- используется при производстве кваса, кефира, кумыса(совместно с молочнокислым брожением);
- основными потребителями этилового спирта являются пищевая и химическая промышленность, медицина

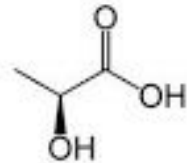


# Молочнокислое

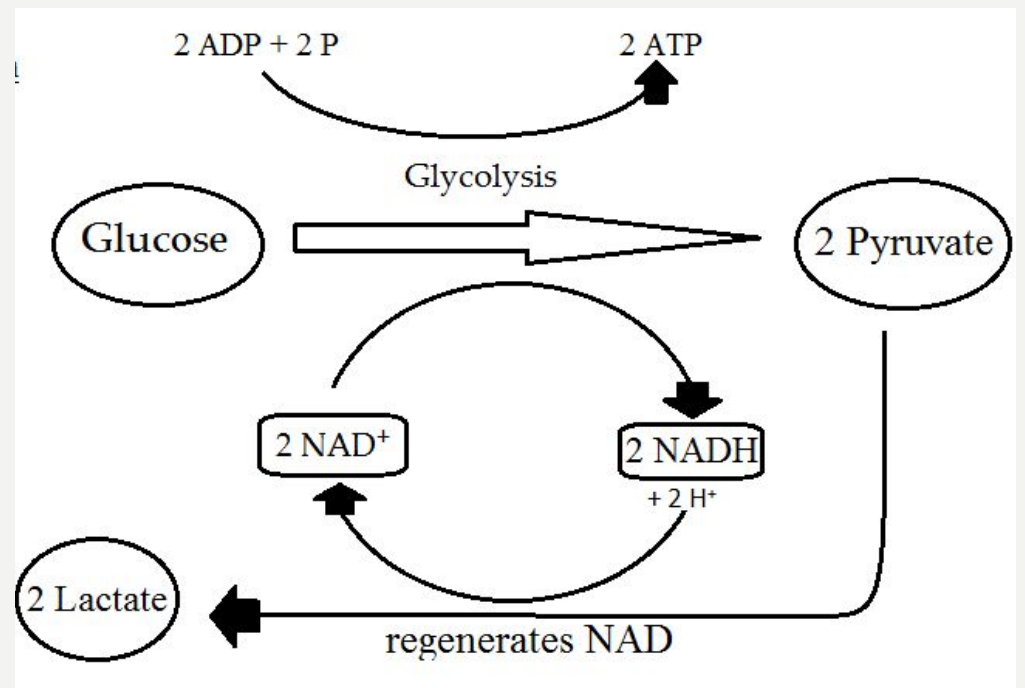
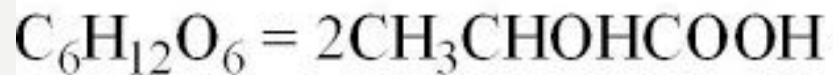
## брожение.

Молочнокислое брожение — вид брожения, конечным продуктом при котором выступает молочная кислота; процесс превращения углеводов в молочную кислоту.

- Молочно кислое брожение вызывают молочнокислые бактерии, сбраживающие сахар с образованием молочной кислоты



- Общая формула молочнокислого брожения имеет следующий вид:







## Молочнокислое брожение.

Известны три типа брожения, вызываемого молочнокислыми бактериями:

- гомоферментативное молочнокислое брожение, при котором из глюкозы образуется только молочная кислота:  $C_6H_{12}O_6 = 2CH_3CHONCOOH$
- гетероферментативное молочнокислое брожение, когда из глюкозы кроме молочной кислоты получают этанол и диоксид  $C_6H_{12}O_6 = CH_3CHONCOOH + CH_3CH_2OH + CO_2$
- брожение, вызываемое бифидобактериями, — бифидо-брожение, при котором из глюкозы образуются ацетат и лактат:  $2C_6H_{12}O_6 = 3CH_3COOH + 2CH_3CHONCOOH$



# Практическое значение

Применяется при изготовлении:

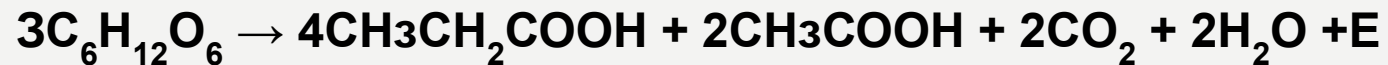
- Кисломолочных продуктов,
- Маргарина,
- Сливочного масла,
- Используется в хлебопечении,
- При квашении овощей,
- Силосовании кормов,
- Производстве молочной кислоты,



Многие мезофильные гетероферментативные молочнокислые бактерии, лейконосток являются вредителями в производстве спирта и пива

# Пропионовокислое брожение.

- Вызывается пропионовокислыми бактериями
- Единственным источником энергии для пропионовокислых бактерий является процесс сбраживания различных веществ: моносахаридов (гексоз, пентоз), молочной, яблочной кислот, глицерина и других в пропионовую и уксусную кислоту, диоксид углерода и воду.
- Химизм пропионовокислого брожения:



*глюкоза пропионовая уксусная*

*кислота кислота*

- **Пропионовокислые бактерии** - небольшие, неподвижные грамположительные палочки, не образующие спор, факультативные анаэробы. Обитают, в основном, в кишечном тракте жвачных животных и в молоке.

# Практическое применение пропионовокислого брожения

- используется в сыроделии. Летучие кислоты (пропионовая и уксусная) придают сырам кисловато-острый вкус, а выделяющийся в виде пузырьков углекислый газ образует «глазки» в сыре.
- способность к активному синтезу витамина В, используются в качестве продуцента в микробиологической промышленности для получения этого витамина.

В сыроделии

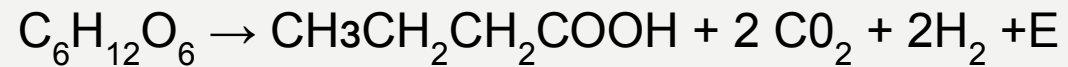


Получение витамина В



# Маслянокислое брожение

- **Маслянокислое брожение** - анаэробное окисление органических веществ маслянокислыми бактериями в масляную кислоту.
- Химизм процесса:



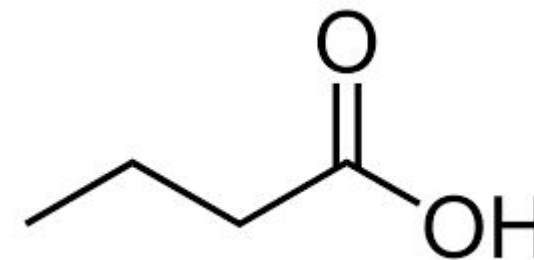
*глюкоза масляная кислота*

Маслянокислые бактерии сбраживают:

- многие углеводы
- Спирты
- аминокислоты

## Практическое значение

- используется в промышленности для получения масляной кислоты
- Эфиры масляной кислоты используют в кондитерской, безалкогольной, парфюмерной промышленности.
- Маслянокислые бактерии участвуют в круговороте веществ в природе.





**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**