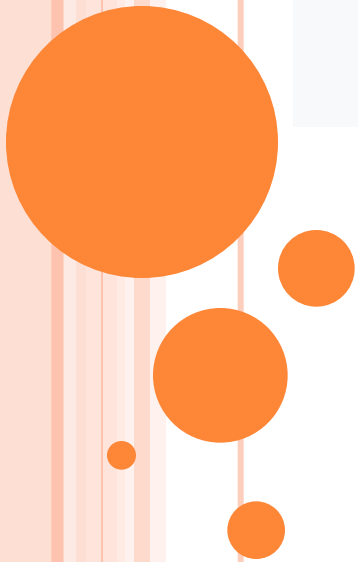


**НАЙВАЖЛИВІШІ
МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ
ТА ЇХ ГОСПОДАРСЬКА РОЛЬ.
ТИПОВІ БРОДІННЯ**



План лекції

Спиртове бродіння;

Молочнокисле бродіння;

Пропіоновокисле бродіння;

Маслянокисле бродіння;

Лимоннокисле бродіння;

Оцтове бродіння.



СПИРТОВЕ БРОДІННЯ

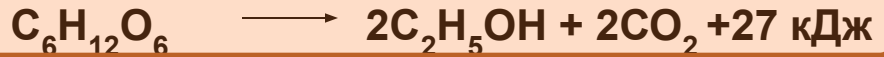
Спиртове бродіння - це процес розкладання цукру на етиловий спирт і вуглекислий газ в результаті життєдіяльності мікроорганізмів.

Основними збудниками бродіння є дріжджі роду Сахароміцети, іноді деякі представники мукорових грибів і бактерій.

. Процес спиртового бродіння лежить в основі виноробства, пивоваріння, хлібопечення, виробництва етилового спирту і гліцерину

Спільно з молочнокислим бродінням воно використовується для виробництва кефіру, кумису, при квашенні овочів і фруктів.

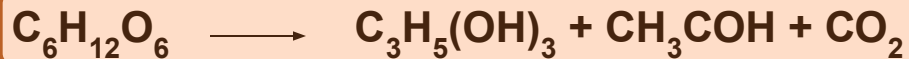
Сумарне рівняння спиртового бродіння



Спиртове бродіння протікає при кислих значеннях рН 4-4,5.

При зміні середовища до рН 8 або при введенні в середовище сульфіту (або бісульфіту) натрію дріжджі в якості основного продукту бродіння накопичують НЕ спирт, а гліцерин (до 40% по відношенню до зброженого цукру).

Це так звана **гліцеринова форма спиртового бродіння**:



Оптимальні умови протікання спиртового бродіння



- Концентрація цукру 15 %
- рН 4 – 5.
- Температура 30 °С
- Відсутність кисню

Побочні продукти спиртового бродіння

1. Гліцерин
2. Оцтова кислота
3. Оцтовий альдегід
4. Складні ефіри
5. Сивушні компоненти



По відношенню до температури сахароміцети поділяються на раси *низового та верхового бродіння*.

До рас низового бродіння відносяться більшість винних і пивних дріжджів. Дріжджі низового бродіння функціонують при температурі 6-10 °С и нижче (до 0°С). Наприкінці бродіння низові дріжджі осідають на дно, утворюючи щільний осад.

До рас верхового бродіння відносяться спиртові та хлібопекарські дріжджі. Дріжджі верхового бродіння *S. cerevisiae* – функціонують при температурі 14-25 °С, спливають на поверхню та утворюють «шапку».

Здатність дріжджів підніматися на поверхню обумовлена тим, що клітини після брунькування залишаються з'єднаними в невеликі ланцюжки; бульбашки вуглекислого газу піднімають їх на поверхню.

МОЛОЧНОКИСЛЕ БРОДІННЯ

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

Молочнокисле бродіння відіграє визначальну роль при виробництві:
кислого молока, кумису, кефіру,
сметани, при квашенні капусти, огірків, силосуванні соковитих
рослинних кормів.

Дуже важлива його роль при виготовленні рідких дріжджів, заквасок, квасу.

Важливим технічним продуктом є сама **молочна кислота**,
широко застосовувана при виробництві фруктових соків,
консервів в кондитерській, шкіряної, текстильної та інших галузях
промисловості.

Типи молочнокислого бродіння

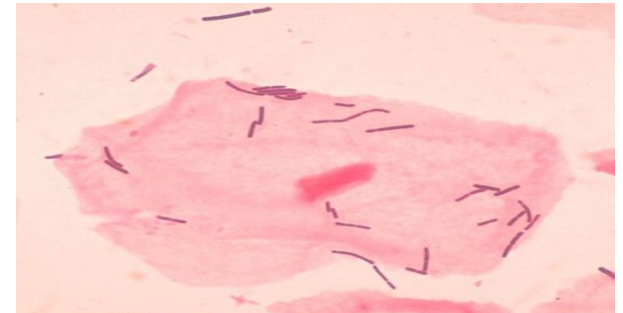
Гомоферментативне (типове) молочнокисле бродіння - у процесі молочнокислого бродіння утворюється лише молочна кислота;

Гетероферментативне (нетипове) молочнокисле бродіння – в процесі молочнокислого бродіння поряд з молочною кислотою утворюються ще й інші продукти (оцтова кислота, етиловий спирт, вуглекислий газ тощо).

Збудники молочнокислого бродіння

Для всіх молочнокислих бактерій (як для кулястих, так і для паличкоподібних) загальними є такі ознаки:

- **нерухомість,**
- **не утворюють спор,**
- **факультативні анаероби,**
- **продукт обміну - молочна кислота,**
- **мезофіли.**



Широко поширені в природі (в молоці, на рослинах, на поверхні плодів і овочів, у повітрі, в кишечнику тварин і людей).

Найважливіші представники типових молочнокислих бактерій та їх використання

Приклади гомоферментативних молочнокислих бактерій: *Lactobacillus casei*, *L. acidophilus*, *Streptococcus lactis*. Бактерії роду *Lactobacillus casei*

Молочнокислий стрептокок - завжди присутній в молоці та викликає самоскисання;

Вершкова паличка - використовують при виробництві сметани й масла;

Болгарська паличка - використовують при виробництві йогуртів і кумису;

Ацидофільна паличка - продукує антибіотичні речовини.

Використовують для виробництва ацидофільних кисломолочних продуктів, біопрепаратів для лікування і профілактики шлунково-кишкових захворювань людини і тварин. **Сирна паличка** - використовується при виробництві сирів;

Дельбрюковская паличка - використовують для отримання молочної кислоти з цукру, а також при випічці житнього хліба;

Молочнокисла паличка - основний збудник бродіння при квашенні овочів і фруктів, а також при силосуванні кормів.

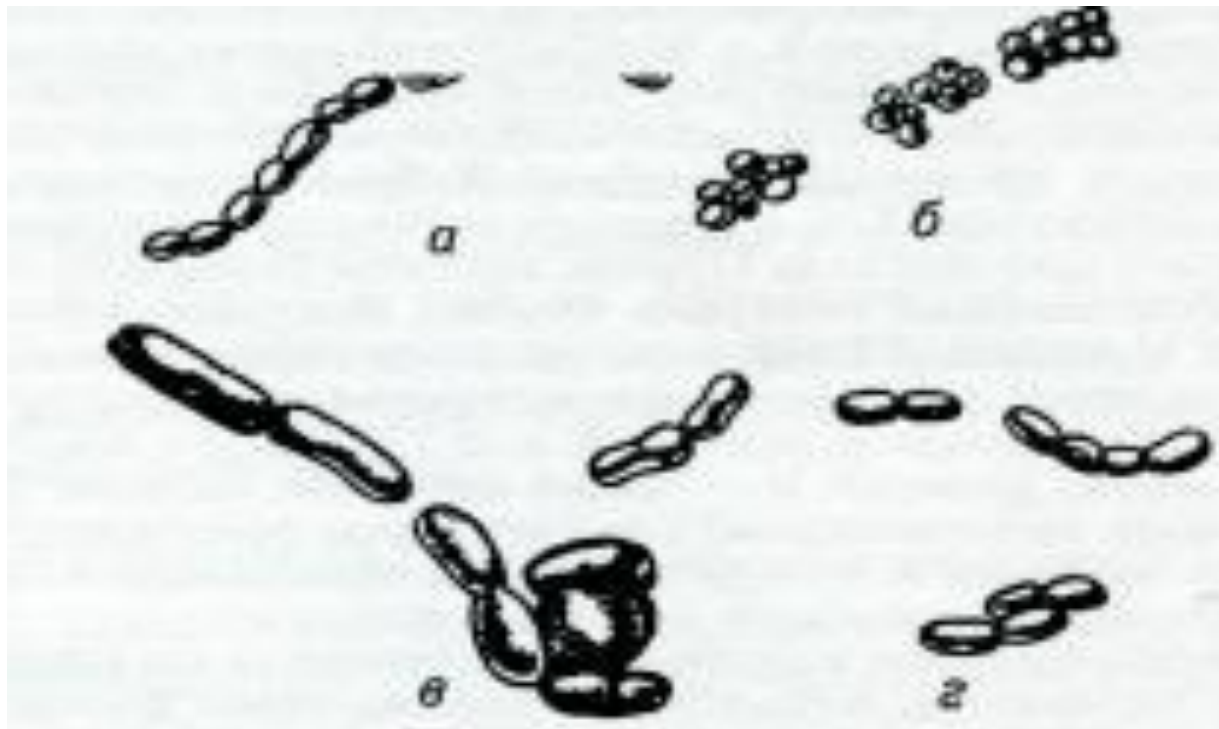
Найважливіші представники нетипових молочнокислих бактерій та їх використання

Приклади гетероферментативних молочнокислих бактерій: *L. fermentum*, *L. brevis*,
Leuconostoc mesenteroides

Ароматоутворюючі молочнокислі стрептококи - надають особливий аромат вершковому маслу;

Лейконостокі - використовуються в комбінованих заквасках з метою ароматизації продукту.

Деякі види Лейконостоків є активними слизоутворювачами і викликають псування продуктів (молока, вина, пива та безалкогольних напоїв).



Форма клітин молочнокислих бактерій:

а — коки — *Leuconostoc oenos* (x 6000);

б — *Pediococcus cerevisiae* (x 5000);

в — палочки — *Lactobacillus casei* (x 8500);

г — *Lactobacillus brevis* (x 5500)



ПРОПІОНОВОКИСЛЕ БРОДІННЯ

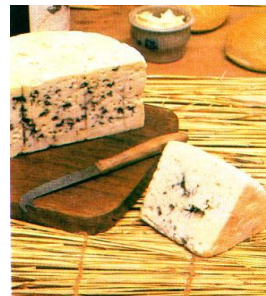
Пропіоновокисле бродіння - це процес перетворення цукру або молочної кислоти і її солей в пропіонову та оцтову кислоти, вуглекислий газ і воду в результаті життєдіяльності пропіоновокислих бактерій.



Пропіоновокислі, або пропіонові бактерії були вперше виділені з сирів в 1878 р Фітцем, а сироваріння - найдавніша біотехнологія, яка використовує ці бактерії.

Пропіонові бактерії з лактози синтезують пропіонову, оцтову кислоти, які (надають сиру гострий смак і специфічний запах) та виділяють вуглекислоту, яка в значній мірі обумовлює малюнок сиру.

Збудники пропіоновокислого бродіння - **пропіоновокислі бактерії** - це короткі, що не утворюють спор, палички, нерухомі, факультативні анаероби, мезофіли (оптимальна температура їх розвитку 30-35 ° C).



Практичне використання пропіонової кислоти

- пропіонова кислота та її соли є інгібіторами та попереджують пліснявіння;
- деякі пропіонові бактерії здатні продукувати вітамін B_{12} , тому їх додають до заквасок певних сортів кефіру. Такий кефір збагачується вітаміном B_{12} .
- це бродіння лежить в основі отримання порошку яєчного білка.



МАСЛЯНОКИСЛЕ БРОДІННЯ

Маслянокисле бродіння - це процес розкладання цукру на масляну кислоту, вуглекислий газ і водень в результаті діяльності маслянокисле бактерій. Процес маслянокислого бродіння був відкритий Л. Пастером в 1861 р.

На його прикладі була встановлена можливість життя бактерій в безкисневих умовах.

Воно викликається строгими анаеробами, що відносяться до роду *Clostridium*, таких як *C.pasteurianum*, *C.butyricum*, *C.acetobutylicum*, *C.pectinovorum*, а також мешканців рубця жуйних тварин *Butyrivibrio* і бактерій мікрофлори кишківника людини *Eubacterium* та *Fusobacterium*. Єдиним джерелом енергії для маслянокисле бактерій є процес бродіння.

Рівняння маслянокислого бродіння:



Бактерії роду *Fusobacterium*



Збудники маслянокислого бродіння – це доволі крупні палички:

- рухомі (перетріхи),
- утворюють спори типу клостридіум, термостійкі,
- строгі анаероби,
- термофіли,
- мають в клітинах – *гранульозу*,
- широко розповсюджені в природі (в ґрунті, на дні озер і річок).



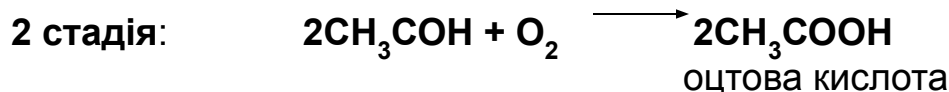
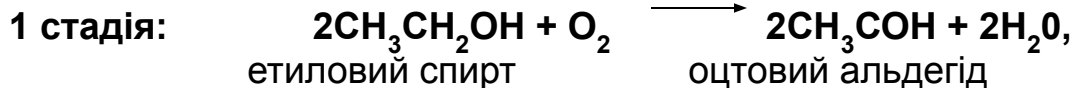
- У харчовій промисловості маслянокисле бродіння використовується для промислового отримання масляної кислоти, яка має неприємний запах прогірклого масла, а її ефіри мають приємний фруктовий аромат і використовуються в кондитерській, безалкогольній, парфумерній промисловостях.
- Окрім масляної кислоти утворюються також оцтова, пропіонова, валеріанова, капронова, янтарна, мурашина та інші кислоти, етиловий, бутиловий, аміловий, пропіловий спирти. У лужному середовищі переважає вихід бутилового спирту та ацетону що має велике промислове значення.
- У природі маслянокисле бродіння є ланкою в ланцюзі колообігу речовин (перетворення органічних рештків до неорганічних).

Негативне:

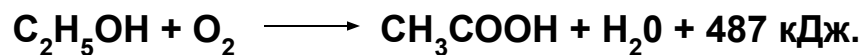
- Маслянокислі бактерії можуть викликати масову загибель картоплі та овочів,
- спучування сирів,
- порчу консервів (бомбаж),
- прогіркання молока,
- зволоження борошна та інших продуктів, чим завдають великої шкоди народному господарству
- Вони викликають порчу квашених овочів; утворюється при цьому масляна кислота, яка надає продукту гострий прогірклий смак, різкий і неприємний запах.
- У виробництвах, заснованих на життєдіяльності дріжджів, маслянокислі бактерії

ОЦОВОКИСЛЕ БРОДІННЯ

Оцтовокисле бродіння - це процес окиснення оцтовими бактеріями етилового спирту в оцтову кислоту. Найчастіше оцтовим бродінням уражаються вина. Харчові продукти, після оцтового бродіння мають запах оцтової кислоти, стають мутними і навіть ослизнюються. Оцтове бродіння покладено в основу виробництва оцтової кислоти для побутового споживання. Оцтовокисле бродіння проходить у 2 стадії:



Сумарне рівняння має вигляд:



Оцтовокислі бактерії

(основні збудники оцтовокислого бродіння)

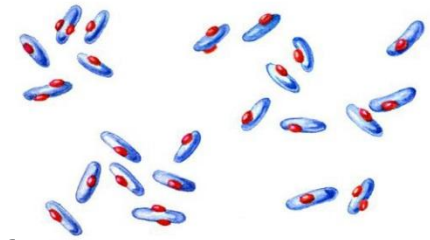
Слаборухомі або нерухомі безспоріві палички,

• відрізняються високим ступенем стійкості до кислот, деякі здатні виявляти життєдіяльність при вмісті в середовищі до 7-11% оцтової кислоти; потребують спеціальних складних поживних середовищ

• оптимальна температура їх розвитку 30-35°C,

• строгі аероби,

• природі оцтовокислі бактерії живуть на листках, квітах і плодах багатьох рослин. Їх можна виявити на бджолах і в меді, в ґрунтах фруктових садів і виноградників, в рослинних соках, вині та пиві, молоці і кисломолочних продуктах.



Важливими представниками цієї групи є:

- **Оцтова паличка** здатна накопичувати в середовище до 6 % кислоти,
- **Орлеанська паличка**, накопичує до 9,5 % кислоти,
- **паличка Шютценбаха**, яка утворює суцільну плівку та до 11,5 % оцтової кислоти.

Застосування оцтової кислоти досить різноманітне.

Оцтова кислота один з базових продуктів промислового органічного синтезу. Більш ніж 65 % світового виробництва оцтової кислоти іде на виготовлення полімерів, похідних целюлози та вінілацетату. Полівінілацетат є основою багатьох ґрунтовних покриттів та фарб.

Оцтова кислота та її естери важливі промислові розчинники та екстрагенти.

У хімічній промисловості з неї виробляють пластичні маси, різні барвники, лікарські речовини, штучне волокно (ацетатний шовк), незаймисту кіноплівку та багато інших речовин.

Солі оцтової кислоти – ацетати алюмінію, хрому, феруму – застосовують як протраву при фарбуванні тканин.

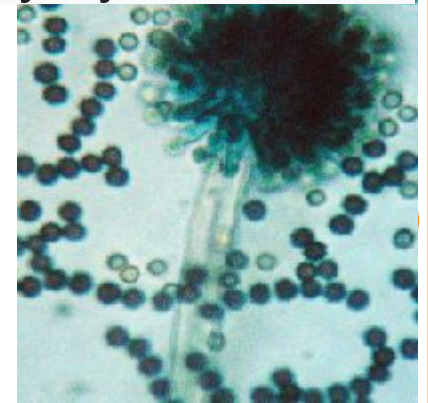
У харчовій промисловості застосовується як консервувальний засіб та смакова приправа.



ЛИМОННОКИСЛЕ БРОДІННЯ

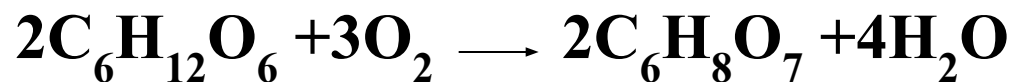
Лимоннокисле бродіння – це процес окиснення цукрів до лимонної кислоти в результаті життєдіяльності плісневих грибів.

У 1891 р німецький вчений Вемер встановив здатність цвілевих грибів продукувати органічні кислоти. А завдяки роботам Бутковича, Костичева, а також їх учнів в нашій країні на початку 30-х рр. було створено мікробіологічне виробництво лимонної кислоти за допомогою цвілевих грибів *Aspergillus niger*. Останні два десятиріччя в якості продуцентів все ширше застосовуються експериментально отримані мутантні штами цвілевих грибів, що відрізняються від природних рядом позитивних властивостей, в першу чергу більш високим виходом цільового продукту.



Окрім лимонної кислоти, при лимоннокислому бродінні утворюються невелика кількість глюконової і щавлевої кислот. Спочатку з вуглеводів гриб утворює піровиноградну кислоту, яка потім перетворюється на щавлевооцетову кислоту; остання за участю ферменту цитратсинтази конденсується з ацетатом за участю кофермента А з утворенням лимонної кислоти. Промислове здобуття лимонної кислоти базується на зброджуванні грибом *Aspergillus niger* розчину сахарози. У перерахунку на спожитий цукор утворюється 70 - 75% лимонної кислоти.

Хімізм лимоннокислового бродіння:

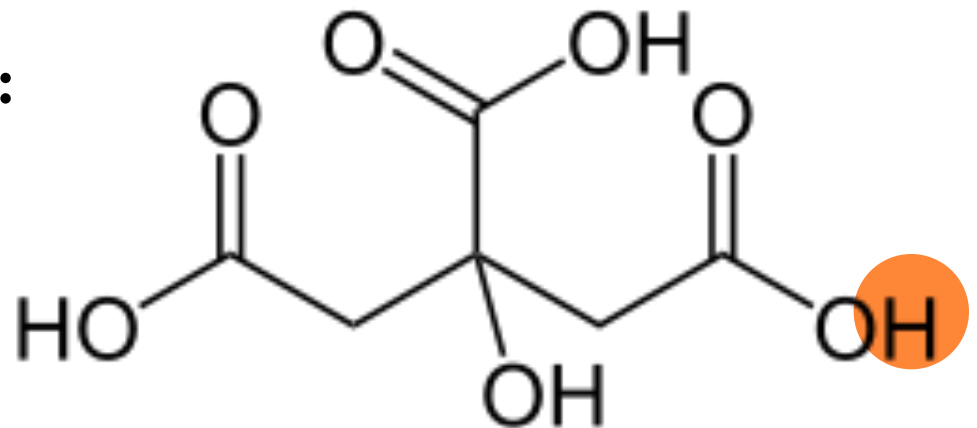


Використання лимонної кислоти:

Лимонна кислота широко використовується у багатьох харчових виробництвах, при виробництві напоїв, желе, карамелі, як харчова добавка E330, залежно від технологічної необхідності. Входить до складу деяких косметичних засобів. Регулятор кислотності, антиоксидант, комплексоутворювач. Дозування не нормується.

Використовується для виготовлення чорнил, відбілювання тканин, дублення шкіри, виготовлення синтетичних мийних засобів, очистки парових котлів та побутової техніки від накипу.

Формула лимонної кислоти:



Гниття

Це процес розкладання білку та білкових компонентів під дією протеолітичних ферментів, які виділяють гнильні мікроорганізми в навколишнє середовище. В результаті гідролізу ращеплення білків відбувається в 2 етапи.

I етап

Білки – пептони – поліпептиди – дипептиди – амінокислоти

II етап

Подальше розщеплення амінокислот може відбуватися як з участю кисню, так и без нього, в анаеробних умовах.



ОСНОВНІ ЗБУДНИКИ ГНИТТЯ

До аеробних гнильних бактерій відносяться в основному спороутворюючі палички.

Сінна паличка - спори цих бактерій відрізняються високою термостійкістю.

Картопляна паличка - вражає хліб, бульби картоплі, викликає побуріння м'якоті кісточкових плодів (абрикос, персиків).

До неспорозносних аеробів відноситься **пігментоутворююча паличка** - рухлива, з полярним джгутиком, психрофіл, є збудником хвороб культурних рослин.

До факультативних гнильних бактерій відносяться в основному **кишкова паличка** - є постійним мешканцем шлунково-кишкового тракту людини і тварин і **паличка вульгарного протей**, її характерна особливість - дуже енергійна рухливість.

До строгих анаеробних гнильних бактерій відносяться в основному ґрунтові бацили: **путріфікус і спорогенес**. Обидва види кластридій відомі як збудники псування баночних консервів - м'ясних, рибних і ін.

Практичне значення процесів гниття

Гнильні мікроорганізми відіграють велику роль в круговороті речовин в природі, розкладаючи білкові речовини тваринних і рослинних залишків. Мінералізуя білкові речовини з утворенням аміаку, вони збагачують тим самим ґрунт потрібними для рослин формами азоту.

Однак під впливом тих же гнильних мікроорганізмів може відбуватися псування м'яса і м'ясопродуктів, риби і рибопродуктів, яєць, молока та інших багатих білками продуктів. Одним з показників псування служить наявність в них продуктів розпаду білка (підвищений вміст амінів, NH_3 , H_2S , жирних кислот).



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

