

# Значення мікробів в кругообігу речовин в природі.

Кругообіг азоту, вуглецю, сірки,  
заліза. Види бродінь, їх практичне  
значення.

- Сумарна маса мікроорганізмів планети складає понад 740 млрд. т,
- рослин – 550 млрд. т,
- тварин - 15 млрд. т.

# *Роль мікроорганізмів у кругообігу вуглецю*

- Розпад органічних речовин може відбуватись двома основними шляхами – *фітогенним* та *зоогенним*.

- Аеробні мікроорганізми розщеплюють органічні речовини до *води та вуглекислого газу*.
- Анаеробні мікроорганізми – до *кислоти та спирту (бродиння)*.

- Залежно від переважаючої кількості продуктів, які виділяються під час розпаду органічних речовин розрізняють: спиртове, молочнокисле, пропіоновокисле, маслянокисле та інші види бродінь.

# Спиртове бродіння

- Збудниками спиртового бродіння є дріжджі (*Saccharomyces cerevisiae* та *Saccharomyces ellipsoides*), деякі мукорові гриби і бактерії.
- Бродіння відбувається в дві стадії: окислення та відновлення
- $$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2\text{Ф}_\text{Н} + 2\text{АДФ} = 2\text{C}_2\text{H}_5\text{ОН} + 2\text{СО}_2 + 2\text{АТФ}$$

- Головним продуктом бродіння є —  $C_2H_5OH$  і  $CO_2$  та у невеликій кількості утворюються побічні продукти: гліцерол, оцтовий альдегід, оцтова і янтарна кислоти, сивушні олії — суміш вищих спиртів.

# Застосування

- При виробництві спирту
- випіканні хліба
- у пивоварному виробництві
- виноробстві



# Молочнокисле бродіння

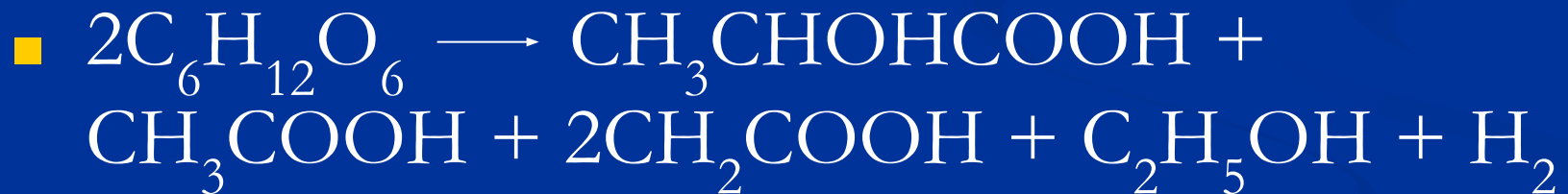
- Луї Пастер у 1857 р. довів, що молочнокисле бродіння викликається мікроорганізмами.
-

# Типове молочнокисле бродіння

- Якщо в процесі молочнокислого бродіння із цукру утворюється лише молочна кислота, його називають типовим (гомоферментативним) молочнокислим бродінням.
- $$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CHOHCOOH$$

# Нетипове молочнокисле бродіння

- Якщо при бродінні поряд із молочною кислотою утворюються інші продукти - процес називається нетиповим (гетероферментативним молочнокислим бродінням).



# Збудники молочнокислого бродіння

- Спільними є такі ознаки: всі молочнокислі бактерії (як кулясті, так і паличкоподібні) нерухомі, спор не утворюють. Грампозитивні. Факультативні анаероби, утворюють молочну кислоту.
- Представники типових молочнокислих бактерій: *Streptococcus lactis*, *Str. cremoris*, *Bact. bulgaricum*, *Bact. casei*, *Bact. acidophilum*.

# Нетипові молочнокислі бактерії

- Практичний інтерес мають, так звані, ароматоутворюючі бактерії видів

*Str. paracitrovorus, Str. citrovorus, Str. diacetylactis.*

# Застосування

- Для виробництва кисломолочних напоїв
- твердих сирів
- вершкового масла
- пробіотиків
- Для силосування кормів

# Пропіоновокисле бродіння

- Збудниками пропіоновокислого бродіння є пропіоновокислі бактерій роду *Propionibacterium* (*Vact. acidipropionici*).
- Кінцеві продукти пропіоновокислого бродіння – пропіонова та оцтова кислоти, а також діоксид вуглецю і вода.
- $$3C_3H_6O_3 = 2C_3H_6O_2 + CH_3COOH + CO_2 + H_2O$$

# Застосування

- Для виготовлення твердих сирів: російського, швейцарського, голландського та ін.
- з метою отримання вітаміну В<sub>12</sub>
- вХОДЯТЬ до складу пробіотиків



# Маслянокисле бродіння

- Процес розщеплення вуглеводів, а також жирів і білків з утворенням масляної кислоти, вуглекислоти, водню та інших речовин (оцтова, молочна, мурашина та ін. кислоти і деякі спирти).
- $$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2 + 62 \text{ кДж}$$

- Збудники маслянокислого бродіння - специфічні анаеробні спороутворюючі мікроорганізми з групи *Vac. amylobacter*. Відкрив їх у 1861 р. Л. Пастер.
- Їх знаходять в ґрунті, гної, на рослинах, у молоці, сирах тощо.
- Вони є фіксаторами атмосферного азоту.
- Найбільш характерні збудники *Clostridium pasteurianum*; *Cl. felsineum*, що продукують фермент пектиназу, який викликає бродіння пектинових речовин; *Cl. butylicum*, *Cl. acetobutylicum* — розщеплюють вуглеводи з утворенням ацетону та бутилового спирту (ацетоно-бутилове бродіння).

# Оцтове бродіння

- Аеробний процес окислення етилового спирту в оцтову кислоту. Оцтова кислота – проміжний продукт, бактерії можуть її окислювати до води та вуглекислоти.
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 = \text{CH}_3\text{COOH} = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
- Збудниками є оцтові бактерії, що належать до роду *Acetobacter*.
- Відкрив оцтове бродіння Л. Пастер в 1852 р.

# Використання

- Промислове значення як продуцента оцту має *Acetobacter aceti*. Її застосовують для виробництва оцту біологічним шляхом за французьким (із слабого вина) та німецьким (із спирту) способами.

# Бродіння клітковини

- Мікробіологічне розкладання целюлози відбувається завдяки наявності у целюлозоруйнуючих мікробів комплексу ферментів – целюлази і целобіази.



- При розкладі целюлози анаеробними целюлозоруйнуючими бактеріями продуктами розпаду є різні кислоти — оцтова, пропіонова, масляна, спирт та ін.
- Здійснюється двома видами – *Bac. cellulosaе metanicum* і *Bac. cellulosaе hydrogenidum*.

- Аеробне бродіння клітковини обумовляють представники родів *Citophaga*, *Cellvibrio*, *Cellfascicula*.
- Крім бактерій, бродіння клітковини в аеробних умовах викликають актиноміцети та гриби родів *Penicillium*, *Aspergillus*, *Stachibotris* та ін.
- Бродіння клітковини в ґрунті сприяє утворенню перегною (гумусу).

# Кругообіг азоту

- У кругообігу азоту в природі розрізняють чотири етапи: амоніфікацію, нітрифікацію, денітрифікацію та азотфіксацію.



# *Амоніфікація*

- Це мінералізація азотистих органічних речовин з утворенням аміаку.
- Амоніфікації підпадають білки, сечовина, хітин тощо.

## Амоніфікацію білків за умов достатньої аерації викликають:

- *Staphylococcus aureus*, *Bac. mycoides*, *Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis* тощо.
- До факультативно-анаеробних мікроорганізмів належать *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris* та ін.,
- До анаеробів — *Clostridium putrificus*, *Cl. sporogenes* тощо.

# *Амоніфікація сечовини.*

- Сечовина непридатна для азотистого живлення рослин, і тільки після розкладу її *уробактеріями* переходить у засвоювану форму.
- збудники амоніфікації сечовини — *Sporosarcina urea*, *Vac. probatus*, *Vac. pasteuri*.

# *Нітрифікація*

- Цей процес здійснюють специфічні нітробактерії — хемосинтетики, відкриті в 1892р. С. М. Виноградським.

# Денітрифікація

- Процес відновлення денітрифікуючими мікроорганізмами солей азотної кислоти в солі азотистої або інші прості азотисті сполуки в газоподібний азот.
- Відбувається в анаеробних умовах.
- викликають денітрифікуючі мікроорганізми *Bact. denitrificans*, *Pseudomonas fluorescens* тощо.

# *Гниття*

- Починається з розкладу білків до амінокислот під впливом протеолітичних ферментів гнилісних бактерій.
- У процесі розпаду ароматичних амінокислот утворюється фенол, крезол, скатол та індол, яким притаманні токсичні властивості і дуже неприємний запах.

# Найчастіше зустрічаються такі види гнильних бактерій:

- *Протей (Bact. proteus vulgaris)* – причина псування м'яса, риби та інших білкових продуктів.
- *Картопляна паличка (Bac. mesentericus)* – спричиняє гниття м'яса, риби, "тягучу хворобу" хліба.

- *Сінна паличка (Bac. subtilis)* – є причиною псування різних білкових субстратів. Постійно зустрічається в сні.
- *Bac. thuyoides* - один з найбільш поширених збудників гниття різних білкових залишків у ґрунті.
- *Bac. pseudomonas* — поряд із протеолітичною активністю їм притаманна ліполітична активність



# Анаеробні гнильні бактерії

- Найчастіше зустрічаються *Bac. putrificus* і *Bac. sporogenes*.
- Можуть бути причиною псування банкових консервів (якщо в процесі виробництва порушено режим їх стерилізації), викликають бомбаж.

