

Лекція 5.

Тема: Біотехнологія виробництво етанолу.

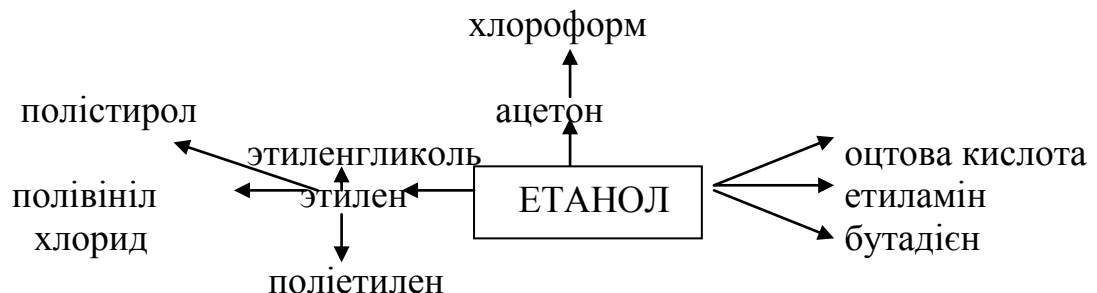
План.

1. Використання етанолу.
2. Характеристика мікроорганізмів, що застосовуються у промисловості.
3. Виробництво етанолу з меляси.
4. Схема Ямомото.

1. Використання етанолу

Виробництво етанолу - це найбільше біотехнологічне виробництво за витратами сировини в світі. Однак за вартістю продукту займає 3 місце серед крупнотонажних.

Шляхи використання етанолу.



Із 3,8 кг цукру можна одержати 1,7 л етанолу, а із нього 1 кг етилену.

Як рідке паливо, етанол не може конкурувати з бензином, так як, наприклад, у США, одержаний із зерна етанол у 2-3 рази дорожчий за бензин. Існують національні програми по заміні частини бензину (20%) на етанол, що дозволить зменшити імпорт нафти.

Бразилія ще в 1912 році планувала одержати із цукрової тростини 3,8 млрд. л етанолу, щоб скоротити імпорт нафти на 4 млрд. доларів.

Одержання етанолу – одна із найстаріших біотехнологій. Добре вивчена біохімія спиртового бродіння. Енергія субстрату в процесі бродіння розподіляється так: 90% переходять в етанол і по 5% в біомасу і тепло. У

якості продуценту в спиртовому виробництві використовують тільки дріжджі, але етанол можуть продукувати більшість бактерій.

2. Характеристика мікроорганізмів, що застосовуються у промисловості

Найпродуктивніші види мікроорганізмів:

1. *Saccharomyces cerevisia* - оптимальна рН 3-4, температура 30°C вихід (у процентах від максимального) - 100%, максимальна концентрація етанолу в середовищі – 130 г/л. У якості субстрату використовують полісахариди, але не використовують пентози.
2. *Saccharomyces rosei* - оптимальна рН 4, 6, оптимальна температура 35°C, вихід (у процентах від максимального) – 88 %, максимальна концентрація етанолу в середовищі – 42,5 г/л. У якості субстрату використовують полісахариди, можуть використовувати топінамбур.
3. *Kluveromyces marxianus* - оптимальна рН 4,4, оптимальна температура 35°C, вихід 88%, максимальна концентрація етанолу в середовищі – 44 г/л. Субстрати ті самі.
4. *Zymomonas mobilis* - оптимальна рН 5,5, оптимальна температура 30°C, вихід 95%, максимальна концентрація етанолу в середовищі – 130 г/л. Це аеротолерантні бактерії, вони інтенсивно вивчаються, але використовуються лише тільки в Канаді.
5. *Clostridium thermocellum* - оптимальна рН 7,0, оптимальна температура 32°C, вихід 50%, максимальна концентрація етанолу в середовищі – 1,5 г/л.

Продуктивність сільськогосподарської сировини:

- цукрова тростина	76 л/т	4000 л/га
- кукурудза	388	12000
- картопля	110	6000
- тростинна меляса	190	9000

3. Виробництво етанолу

1. Схема двопоточного способу зброджування меляси

Ця схема, передбачає приготування окремих середовищ для одержання дріжджів (сухої речовини в них 8-12%) і для зброджування (32-36% сухої речовини).

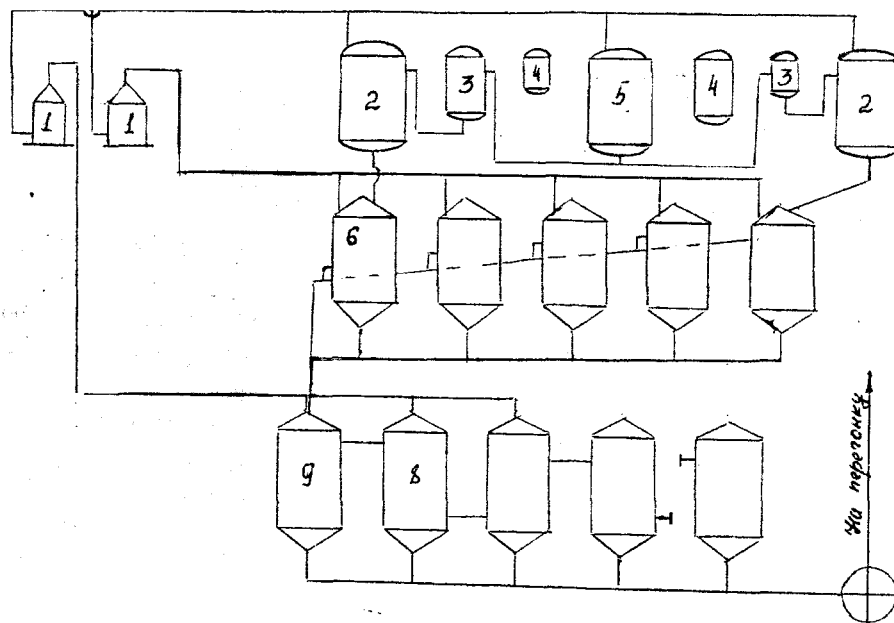
У дріжджогенераторах застосовують аерацію. Об'єм повітря, що подається - 3-4 м³ на годину. Це слабка аерація. Температура в дріжджогенераторах підтримується на рівні 28-30°C, а рН 4,2–4,5. Концентрація етанолу в дріжджогенераторах досягає 2,8-3,5%, дріжджів 2,5-6,5% сухої речовини.

Вирощені дріжджі із дріжджогенератора за верхніми лініями відбору направляють у головний бродильний апарат, куди одночасно надходить поживне середовище з концентрацією сухої речовини 32-36%.

Після заповнення головного апарата культуральна рідина послідовно проходить бродильні апарати і з останнього потрапляє на перегонку. Температура бродіння 29-31°C. Концентрація сухої речовини в першому бродильному апараті 7,5-8,5%, у другому – 8-9%, у третьому – 9-9,5% і в останньому 5-6,5%. Система працює без оновлення дріжджів 7-10 діб.

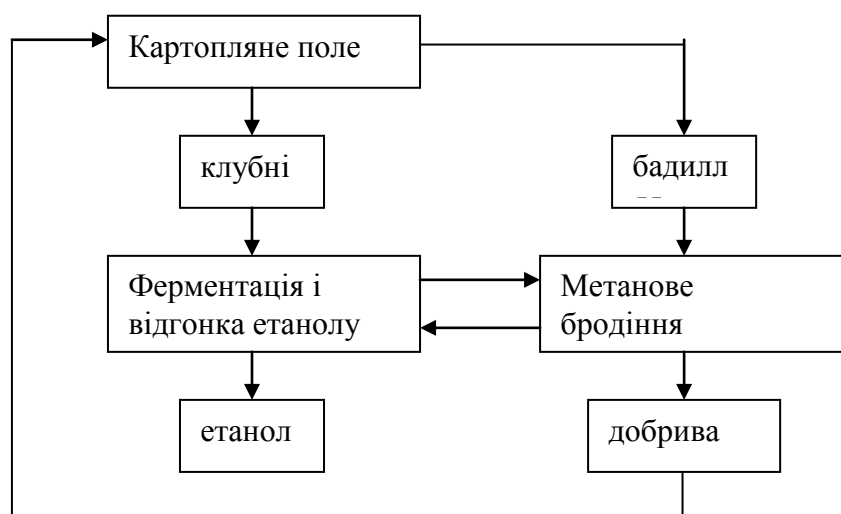
Перед перегонкою із бражки виділяють хлібопекарські або кормові дріжджі.

Великий інтерес, як продуценти етанолу, представляють аеротолерантні бактерії *Zymomonas mobilis*. Вони, на відміну від дріжджів, характеризуються низькою чутливістю до етанолу. Крім того, гранична швидкість вживання глюкози і утворення етанолу в 2-3 рази вища. Ця бактерія здатна утилізувати глюкозу, сахарозу. Недолік – повільне зростання біомаси, що знижує продуктивність системи. Великі успіхи при культивуванні *Z. mobilis* були досягнуті з одержання етанолу в Канаді, де в результаті селекції одержані штами, що дають 200 г/л. При одержанні етанолу хімічним шляхом із етилену продуктивність складає 80 г/(л.ч.).



2.Схема Ямомото – замкнута безвідходна система одержання етанолу із картоплі.

Ямомото (Японія) довів, що одержаний із мікроміцетів роду *Rhizopus* ферментний препарат, володіє амілазною і пектиназною активністю, добре переводить крохмаль картоплі розтертої маси в етанол. Процес відбувається при $pH = 4,2$ і температурі $25^{\circ}C$. Тут не вимагається розварювати картоплю і осахарювати масу.



Мал.2. Апаратурно-технологічна схема одержання етанолу з меляси.

1.-розсиропники; 2-4- апарати чистої культури; 5 - стерилізатор;
6 -дріжджогенератор; 7 - насос; 8 - бродильний апарат; 9 - головний бродильний апарат.