

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ КУЛЬТИВУВАННЯ ДРІЖДЖІВ ЗА НАЯВНОСТІ ДИСПЕРСНИХ МІНЕРАЛІВ

Останнім часом особливу увагу дослідники приділяють вивченню впливу дисперсних неорганічних матеріалів на життєдіяльність мікроорганізмів. Взаємодія клітин з твердими частинками часто супроводжується підвищенням фізіологічної активності мікробних популяцій. Позитивний вплив цих частинок зростає із зменшенням розмірів їх частинок.

Доведено, що внесення в живильне середовище незначної кількості діоксиду кремнію зменшує тривалість лаг-фази, збільшує швидкість росту й ефективність використання джерела вуглецевого живлення дріжджами *Saccharomyces cerevisiae*. Аеросил і палигорскіт стимулюють азот фіксуючу й вітаміноутворюючу активність бактерій роду *Azotobacter*. Однак вплив природного матеріалу палигорскіту відчутніший, ніж синтетичних аеросилів.

Культивування метанотрофів за наявності мінералу палигорскіту помітно збільшує окислення метану й ріст бактерій.

Додавання палигорскіту до суспензій промислово важливих штамів бактерій різних таксономічних груп підвищувало ефективність седиментаційного відділення біомаси від культурної рідини й вживання мікроорганізмів при зневодненні їх методом розпилювального висушування.

Ефективність застосування високодисперсних мінералів була нами доведена в анаеробних умовах. Так, внесення в бродильну суміш гідрослюди чи палигорскіту прискорювало процес вторинного бродіння у виробництві шампанського. Тому варто вивчити умови аеробного вирощування дріжджів, яві використовували у виробництві ігристих вин за наявності агрегативно стійкого дисперсного матеріалу – палигорскіту.

Об'єктом дослідження були дріжджі *Saccharomyces cerevisie*, шт. Київський, який використовують при виробництві шампанського. Як живильне середовище використали купаж виноматеріалів з вмістом етилового спирту 10,3 об.%, рН середовища – 3,2 – 3,4. Концентрацію сахарози змінювали в межах 1 – 3 %, а палигорскіту – 0 – 0,5 г/л. Дріжджі культивували при температурі 18 - 20°C протягом 72 год.

Дріжджі вирощували у ферментаторах місткістю 3 л фірми «Біотек». Витрата повітря на аерацію становила 0,2 – 0,5 об./об.хв., частота обертання мішалки – 200 об./хв.. Вміст дріжджів у культуральній рідині визначали за допомогою камери Горєва. Початкова концентрація їх становила 5 млн.кл./мл.

Умови періодичного вирощування штаму оптимізували методом математичного планування експерименту з наступною побудовою моделі.

Для побудови математичної моделі росту штаму в середовищі, що містить сахарозу й палигорскіт, та визначення оптимального режиму культивування ми реалізували симплексне планування, яке для одержання адекватного рівняння процесу потребує 10 експериментальних точок. У таблиці наведено матрицю експерименту в кодованих і реальних значеннях факторів, а також

експериментальні (Y_e) і розрахункові (Y_p) значення досягнутих концентрацій клітин за період вирощування.

Рівняння розраховане за загальноприйнятою методикою. Після перевірки адекватності при рівні значимості $\alpha = 0,05$ воно має вигляд $Y = 115,0 + 5,3 X_2 - 9,3 X_1^2 - 11,2$

$X_2^2 = 14,6 X_1 * X_2$, де Y – кінцева концентрація клітин, млн./мл.; X_1, X_2 – відповідно нормовані значення вмісту палигорськіту й сахарози в середовищі.

Вплив концентрації палигорськіту на рівень накопичення дріжджів за різного вмісту сахарози зображено на рис.1.

Позитивний ефект від внесення в живильне середовище мінералу, що виявляється в збільшенні накопичення дріжджів. Істотно залежить від вмісту сахарози. На середовищі з одним відсотком сахарози додавання палигорськіту практично не впливає на накопичення дріжджів (воно досягає 104 млн. кл./мл.). Більше того, з підвищенням концентрації понад 0,15 г/л спостерігається уповільнення росту.

Стимулюючий вплив палигорськіту зростає із збільшенням вмісту сахарози в середовищі. Однак підвищення його концентрації до 0,5 г/л уповільнює ріст дріжджів навіть у середовищі з 3 % сахарози.

Одержані дані свідчать, що оптимальна концентрація сахарози для досягнення максимального рівня накопичення дріжджів за наявності мінералу становить $2 \pm 0,2$ %. При цьому оптимальний вміст палигорськіту в середовищі з 2% сахарози перебуває в межах 0,2 – 0,4 г/л. За вмісту палигорськіту 0,37 г/л (точка перетину кривих 1 і 2) зміна концентрації сахарози в межах 2- 3 % не впливає на накопичення клітин. Це створює можливість здійснювати культивування за зміни вмісту сахарози в живильному середовищі в межах $2 \pm 0,2\%$, передбачених технологічною інструкцією. Економічно вигідним є режим культивування за меншого вмісту сахарози. Крім того, збільшення (щодо оптимальної) концентрації палигорськіту в живильному середовищі для досягнення тієї ж біомаси потребує більшої витрати сахарози (рис.2, криві 2,3).

Отже, координати оптимального режиму культивування дріжджів в аеробних умовах становлять : вміст палигорськіту в живильному середовищі – 0,37 г/л, сахарози - $2 \pm 0,2$. За цих значень рівень накопичення дріжджових клітин досягає 116 млн./мл, тобто на 7,5 млн. більше, ніж за таких же умов за відсутності палигорськіту. У цьому плані досить цікавою є точка перетину кривих 1 і 3. На середовищі з 2% сахарози ефект внесення мінералу концентрацією 0,5 г/л зводиться до нуля. Таким чином, оптимізація умов культивування за концентраціями сахарози й мінералу в середовищі має подвійний ефект – підвищення виходу дріжджів на одиницю заданого субстрату й одержання дріжджів з вищою бродильною активністю.

Експериментальна перевірка розрахованих значень концентрацій біомаси дріжджів при вирощуванні їх за наявності палигорськіту збігається з досягнутими, що підтверджує працездатність моделі в широкому діапазоні зміни факторів.

Одержані дані можуть бути підставою для створення технологічного регламенту виробництва шампанського з використанням дріжджів, вирощуваних за наявності мінералу.

Харчова і переробна промисловість. Січень 2000. №1. С. 29-30