

## ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ПРОДУЦЕНТУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ КИСЛОТИ ЛИМОННОЇ ХАРЧОВОЇ

Доля Є.С., Заєць М.О.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, [dolia.yevheniia@gmail.com](mailto:dolia.yevheniia@gmail.com)

Харчова промисловість традиційно є основним споживачем лимонної кислоти (майже 70 %), оскільки продукти природного бродіння мають переваги порівняно з хімічно синтезованими, тому що не містять токсичних для організму людини домішок. Сьогодні лимонна кислота за обсягами виробництва займає перше місце серед всіх органічних кислот (понад 350 тис. т/рік) .

Технологія виробництва кислоти лимонної передбачає використання різних джерел вуглецю та способів культивування мікроорганізмів. Численні дослідження продемонстрували явно виражений потенціал гіперсинтезу лимонної кислоти у цілому ряду мікроміцетів, дріжджових грибів і бактерій. Залежно від хімічної природи окислюваного субстрату в якості продуцентів лимонної кислоти можуть використовуватись мікроміцети, що належать до родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* і *Botrytis*, дріжджові гриби родів *Candida*, *Delaromyces* і *Torulopsis*, а також бактерії родів *Arthrobacterium*, *Pseudomonas* та *Micrococcus* [1]. Тому вибір продуценту кислоти лимонної харчової є ключовим у біотехнологічному процесі.

Найчастіше у промисловому виробництві застосовують гриби виду *Aspergillus niger*, у якого добре вивчені фізіологія і механізм біосинтезу лимонної кислоти, він дає високий вихід цільового продукту, використовує недорогі субстрати, що робить виробничий процес економічно вигідним.

Саме з цим продуцентом було проведено ґрунтовні дослідження науковцями Казахського науково-дослідного інституту переробки сільськогосподарської продукції. Об'єктами дослідження були дев'ять штамів *Aspergillus niger* і два штами *A. Wentii* [2].

Найбільші значення продукування лимонної кислоти були встановлені для штамів *A. niger*: 52/375, 23/295, 22/269, 25/309, 51/371 (0,327680-0,43328 г/100мл). При цьому максимальний синтез спостерігався у штаму *A. niger* 52/375 (0,43328 г/100 мл), конверсія цукру на лимонну кислоту якого становила 43% з масовою часткою лимонної кислоти 100%. Оскільки вихід цільового продукту є недостатнім, рекомендувати ці штами для промислового біосинтезу недоцільно.

У штаму *Aspergillus niger* ВКПМ F-719 на меласних та цукрозо-мінеральних середовищах конверсія цукрів у лимонну кислоту складала 42,0 та 55,0% відповідно, що також є недостатньо високими показниками.

З нього був селекціонований штам *Aspergillus niger* ВКПМ F-809 за рахунок мутагенної дії УФ-променів у дозі 3,3 тис. ерг/мм<sup>2</sup> після попередньої обробки конідій гриба хімічним мутагеном N-нітрозогуанідином тривалістю дії 15 хв. Конверсію цукру на лимонну кислоту даним штамом вдалось підвищити до 87,25%, а масову частку лимонної кислоти

- 100% [3]. Даний штам має досить високі показники, але не дає найвищий вихід цільового продукту.

При вирощуванні штаму *Aspergillus niger* F-710 на сахарозі вихід лимонної кислоти становив 90-95%, однак на етиловому спирті лимонна кислота синтезувалась цим штамом з виходом 50%, при цьому концентрація в середовищі етилового спирту становила більше 2,5%, що інгібувало ріст культури та ускладнювало процес ферментації [4].

Відомий штам *Aspergillus niger* P-1, продуцент лимонної кислоти, селекціонований шляхом ступінчатого впливу УФ променями та хімічними мутагенами.

Його недоліком були низькі показники біохімічної активності.

Штам *A.niger* R-3, отриманий в результаті селекції шляхом ступінчатої обробки етиленіміном, N нітрозометилсечовиною та УФ променями з штаму *A.niger* EU-119, проявляв активність тільки в середовищі з низькою початковою концентрацією цукру, не більше 3% і був не адаптованим до високої початкової концентрації цукру в середовищі.

Штам *A.niger* F-718 було отримано в результаті селекції шляхом ступінчатої обробки N-нітрозометилсечовиною і нітронітрометилсечовиною штама *A.niger* F-710. Цей штам добре зброджував мелясу, при цьому вихід лимонної кислоти від цукру меляси становив 100%, а частка лимонної кислоти - 92-99% [5].

Отже, порівнявши біологічні характеристики та технологічні показники різних штамів-продуцентів харчової лимонної кислоти запропоновано використовувати для промислового біосинтезу штам *A.niger* F-718, який дозволяє збільшити вихід цільового продукту у 2,3 рази в порівнянні зі штамом *A. niger* 52/375 та в якості субстрату використовувати економічно вигідну бурякову мелясу.

### Список використаної літератури:

1. Васильченко О.А., П'янова О.О. Біотехнологічні аспекти отримання лимонної кислоти // Науковий вісник НЛТУ України. - 2012. - Вип. 22.1. - С. 100-110.
2. Атабаева Б., Ануарбекова С. Производство лимонной кислоты штаммами *Aspergillus niger*// С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің 60 жылдығына арналған «Сейфуллин окулары– 13: дәстүрлерді сақтай отырып, болашақты құру» атты Республикалық ғылыми-теориялық конференциясының материалдары, посвященная 60-летию Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина. - 2017. - Т.І, Ч.6. - С.169-171.
3. Штамм гриба *Aspergillus niger* - продуцент лимонной кислоты: пат. RU 2103346 С1 Росія: С12N 1/14, С12P 7/48. №96113685/13; заявл. 27.06.1996; опубл. 27.01.1998. 5 с.
4. Авчіева П.Б., Винаров А.Ю., Козлова І.А. Біосинтез лимонної кислоти з глюкози при неперервній ферментації *Aspergillus niger*. Прикладна біохімія і мікробіологія. 29, 1993, вип. 4, с. 567-575.
5. Штамм гриба *Aspergillus niger* ВКПМ F-718 продуцент лимонной кислоты: пат. RU 2091485 С1 Росія: С12N 1/14, С12P 7/48/(С 12N 1/14, С12R 1:685). №95119689/13; заявл. 21.09.1995; опубл. 27.09.1997. 5 с.