

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДНУ «ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ
ДУ «НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР ВИЩОЇ
ТА ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ»**



**Всеукраїнська науково-практична конференція
здобувачів вищої освіти**

«МОЛОДЬ – АГРАРНИЙ НАУЦІ І ВИРОБНИЦТВУ»

**Новітні технології виробництва та переробки продукції
тваринництва, харчові технології**

23 квітня 2025 року

**Біла Церква
2025**

ефективності насіння льону, встановлено, що розробка технології січених напівфабрикатів з використання насіння льону є актуальною та має практичне значення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Юргачова Є.Г. Наукові основи технологій кондитерських виробів з використанням функціональних рослинних добавок: дис... д-р техн. наук: 05.18.01. Одеса, 2004. 590 с.
2. Краус С., Акжигітова Л. Ляне насіння і харчова цінність хлібопекарських виробів. Ж. Хлібопродукти. 2000. № 9. С. 28–29.
3. Bojats S., Monarov E. Laneno seme u proizvodnji specijalnih vrsta hleba i peciva. Zito-hleb 2000. 27. № 6. P. 183–193.
4. Махоніна М.Ю. Перспективи використання насіння льону як багатокомпонентної системи для харчування і оздоровлення. Молокопереробка. 2009. № 3 (42). С. 24–27.

УДК 573.6:661.74

СИДОРЕНКО О.Р., здобувач вищої освіти

Науковий керівник – **ЦЕХМІСТРЕНКО О.С.**, д-р с.-г. наук

Білоцерківський національний аграрний університет

АНАЛІЗ БІОТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ГЛУТАМІНОВОЇ КИСЛОТИ

Здійснено аналіз технології виробництва глютамінової кислоти, особливості її метаболізму та біологічні ефекти.

Ключові слова: глютамінова кислота, продуцент, *corynebacterium glutamicum*, суперпродукування, виробничий біосинтез.

L-амінокислоти є основними біологічними компонентами, комерціалізованими як добавки до їжі, кормові добавки, інфузійні сполуки, терапевтичні засоби, попередники для синтезу пептидів та інших речовин.

L-глютамінова кислота переважно отримується шляхом мікробного бродіння, хімічний спосіб синтезу майже не використовується через утворення рацемату. Високоочищена глютамінова кислота є вихідною сировиною для створення і випуску низки продуктів, тож питання інтенсифікації біосинтезу, збільшення обсягів промислового випуску глютамінової кислоти є економічно обґрунтованим. Проводяться генетичні дослідження щодо підвищення продуктивності культури, виведення нових штамів за допомогою мутагенезу, поєднання корисних мутацій для збільшення виходу продукту.

Наразі основними джерелами одержання глютамінової кислоти є зелений горошок, сир пармезан, кукурудза, помідори, водночас біотехнологічні методи одержання глютамату (з бактерій та міцеліальних грибів) дозволяють його синтезувати у кількості, більшій на порядки. Глютамінова кислота, одержана при культивуванні *Corynebacterium glutamicum*, використовується як в харчовій промисловості, так і в медицині при лікуванні захворювань в неврологічних, терапевтичних, психіатричних та хірургічних клініках [1]

Метою роботи було розробити ефективну і економічну вигідну технологію виробництва глютамінової кислоти для забезпечення сировиною вітчизняних виробників.

Глютамінова кислота є природною замінною амінокислотою організму людини та тварин. Природні оптично активні L- і D форми однієї сполуки важко розділити у промислових масштабах. Мікробний синтез дозволяє отримати активну L-форму низки амінокислот: глютамату, лізину, валіну, гістидину тощо, тож мікробіологічний синтез амінокислот є наразі основним і економічно вигідним. Здебільшого для промислових масштабів виробництва використовують коринебактерії (біфідобактерії і пропіоновокислі бактерії), деякі інші мікроорганізми (поодинокі види дріжджів, мікроскопічні гриби). Отримані суперпродуценти з родів *Brevibacterium*, *Corynebacterium*, *Micrococcus*. Попри здатність продукувати глютамінову кислоту деякими видами дріжджів, мікроскопічними

грибами та бактеріями, та у промислових масштабах значення у виробництві мають тільки бактерії, адже тільки вони можуть продукувати глютамінову кислоту з виходом більше 40% відносно вихідної сировини (роди *Micrococcus*, *Brevibacterium*, *Microbacterium*, *Corynebacterium*) [9]

Продуцент глютамінової кислоти *Corynebacterium glutamicum* – грампозитивні бактерії, не рухливі. Фізично мають форму стрижня з кінцями, набряклими у формі, подібній до булави, однак можуть утворюватися класичні палички або коки, залежно від умов росту. Як правило, утворюють метакроматичні гранули фосфатних включень та гранул волютину розміром від 2 до 6 мкм в довжину і 0,5 мкм в діаметрі. Джгутиків не мають, спор и капсул не утворюють [10]. Аеробні або факультативно анаеробні бактерії, хемоорганотрофи. Можуть використовувати вуглець з безлічі різних джерел. Зростають при температурі 24-40°C. Оптимальна температура 28-30°C. Зростають на середовищах з рН від 6 до 8,5. При зростанні на мінімальному середовищі потребують біотин, тіамін і L-лейцин.

Популяція бактерій *Corynebacterium glutamicum*, промислового продуценту глютамінової кислоти, не пристосована до виживання в ґрунті та воді через великі витрати ресурсів на підтримку метаболізму, що свідчить про непристосованість до умов голодування. Бактерія потребує багатьох факторів росту, прискіплива до зовнішніх умов (температури та рН середовища) [11]

Глутамат застосовується в багатьох галузях. Сіль - мононатрієвий глутамат є харчовою добавкою і підсилювачем смаку. Глутамінову кислоту часто використовують як компонент при виробництві спортивного харчування та БАДів, в медицині при порушенні роботи нервової системи. Перорально глутамін використовується для зменшення ускладнень, пов'язаних з серпоподібноклітинною анемією, при депресії, дратівливості, безсонні, діареї, хворобі Крона, муковісцидозі [7]

В клітині синтез пірувату здійснюється наступним чином: після гліколізу, піруват перетворюється на ацетил-КоА, необхідний для цитратного циклу з виділенням вуглекислого газу. Ацетил-КоА за участі молекули води перетворюється на цитрат. Лимонна кислота, що каталізує видалення молекули води з цитрату, перетворюється на цис-аконітову, яка, у свою чергу, приєднує молекулу води та утворює ізолимонну та, в подальшому, L-кетоглутарат. При цьому виділяється велика кількість енергії у вигляді НАДН² [8]

Відсотковий вихід по вуглеводам на кінець стадії культивування складає близько 55-60%, продукт накопичується в культуральній рідині, глутамата отримується приблизно 50-60 г/л, максимально з перебігом ферментації, може накопичуватись до 200 г/л. На кінець ферментації, залишок субстрату не має перевищувати 1%, вміст клітин – 2-8%. Важливим у процесі очистки є повністю позбутися від всіх сторонніх домішок та клітин продуценту, адже вони діють як ядра кристалізації глютамінової кислоти. Вони зменшують розмір кристалів і змішуються з кристалізованою глютаміновою кислотою на шкоду її чистоті.

Виробництво глютамінової кислоти направлене на отримання високоочищеного продукту, одразу придатного для подальшого вироблення з них харчових добавок і лікарських форм. Подальші етапи очищення та кристалізації глутамату мають забезпечити максимальну ступінь очистки біосинтезованого продукту. [3]

Попередня обробка культуральної рідини переважає попереднє нагрівання біомаси глухим паром до температури 35-40°C, додавання до неї негашеного вапна (або вапняного молока) в кількості 0,75–1,0% від маси культуральної рідини з подальшим осадженням надлишку іонів кальцію фосфорною кислотою, рН доводять до 6,5–7,0. Утворений при цьому осад сприяє кращому відділенню клітин продуцента і інших баластних домішок. Відділення біомаси від культуральної рідини проводять центрифугуванням або фільтруванням під тиском. Осад використовують як кормовий препарат.

Надалі фільтрат очищують від пігментних домішок, що забарвлюють нативний розчин в темний колір. Для цього обробляють фільтрат активованим вугіллям або піддають його

йонобмінній сорбції на аніоніті. Концентрацію проводять шляхом вакуум-випарювання при температурі 40-60°C, при цьому з вихідного розчину глютамінової кислоти відганяють від 50 до 80% води.

Осадження кристалів глютамінової кислоти здійснюється шляхом підкислення отриманого концентрату соляною кислотою до рН 3,2 (ізоелектрична точка глютамінової кислоти) і охолодження розчину до 4-15°C. Одноразове проведення операції забезпечує кристалізацію 77% глютамінової кислоти, при повторному її проведенні вихід зростає до 87%. В результаті подальшої перекристалізації чистоту одержуваних кристалів можна збільшити до 99,6%. [3]

На даний час це найпопулярніший метод очистки глютамінової кислоти, проте наразі ведуться і інші дослідження, адже цей об'ємний метод займає достатньо багато часу та не є дуже економічним [5]

Для створення високопродуктивного промислового продуценту використовують природний та штучний добір. Природний базується на властивості видів зберігати корисні спадкові ознаки і позбавитися шкідливих. При цьому кожне наступне покоління буде все більше пристосованим до умов навколишнього середовища. Штучний добір – історично перший метод селекції, для якого відбирають особин з бажаними властивостями. З покоління в покоління корисні для людини властивості вдосконалюються та стають більш вираженими. При цьому, для кожного мікроорганізму підбираються оптимальні умови для розмноження культури [4] та специфічні мутагени (фізичні, хімічні та біологічні). Вибір мутагена визначається типом бажаної мутації та ефективністю мутагена по відношенню до мікроорганізму [2; 6]

Обраний для дослідження штам бактерій *Corynebacterium glutamicum* B-7198 був отриманий мутацією штаму АТСС 4128. Клітини вихідного штаму піддавали УФ-мутагенному впливу (протягом 40 с., доза опромінення = 240 Дж/м²). Відбір проводили за допомогою біоавтографічного методу. Бактеріальні клітини, які вирости на чашках, вбивали УФ-опроміненням, після цього чашки заливали агаризованим середовищем, що містить суспензію клітин штаму, що потребує L-глютамінової кислоти. Штам, вирощуваний в камерних умовах, синтезує максимально 67 г/л глютамінової кислоти

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bajaj I., Singhal R. Poly (glutamic acid)–an emerging biopolymer of commercial interest. *Bioresource technology*, 2011. 102 (10). P. 5551–5561.
2. Application of Cellulase From Mutated *Aspergillus* sp. for the Production of Sustainable 2G Ethanol From Sugarcane Bagasse / S. Das et al. *BioEnergy Research*. 2025. 18 (1). P. 1–16.
3. Ganguly S. Isolation, characterization and improvement on a wild strain of *Corynebacterium glutamicum* for L-glutamic acid production. *J. Ind. Chem. Soc.* 2019. 96 (6). P. 705–710.
4. Hockberger P.E. A History of Ultraviolet Photobiology for Humans, Animals and Microorganisms. *Photochemistry and photobiology*. 2002. 76 (6). P. 561–579.
5. Kumar R., Vikramachakravarthi D., Pal P. Production and purification of glutamic acid: A critical review towards process intensification. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 2014. 81. P. 59–71.
6. Mamud L.L., Lee S.S. The role of glutamic acid-producing microorganisms in rumen microbial ecosystems. *Journal of Life Science*. 2021. 31 (5). P. 520–526.
7. Meldrum B.S. Glutamate as a neurotransmitter in the brain: review of physiology and pathology. *The Journal of nutrition*. 2000. 130 (4). P. 1007–1015.
8. Nakanishi T., Nakajima J., Kanda K. Conditions for conversion of L-glutamic acid fermentation by *Corynebacterium glutamicum* into L-glutamine production. *Journal of Fermentation Technology*. 1975. 53 p.
9. Ratledge C., Kristiansen B. *Basic biotechnology*. Cambridge University Press. 2006.
10. A glutamic acid-producing lactic acid bacteria isolated from Malaysian fermented foods / M. Zareian et al. *International Journal of Molecular Sciences*. 2012. 13 (5). P. 5482–5497.
11. Шуаїбов О.К., Грицак Р.В., Малініна А.О. Вступ до біомедичної інженерії. 2023.

Чопенко О.В., Чернюк С.В. Стан та тенденції розвитку плодоовочеконсервної галузі України.....	54
Юшко Я.О., Цехмістренко С.І. Антибактеріальні та імунні компоненти молока: сучасні уявлення та біотехнологічний потенціал.....	56
Ярошинська Я.Б., Качан А.Д. Актуальність використання насіння льону у технології січених напівфабрикатів.....	58
Сидоренко О.Р., Цехмістренко О.С. Аналіз біотехнології виробництва глютамінової кислоти.....	60
Степанюк Д.І., Цехмістренко О.С. Аналіз біотехнології виробництва вітаміну А.....	63
Однорог Д.М., Цебро А.Д. Роль заквашувальних культур за технології ферментованих молочних продуктів.....	65
Тіщенко Д.О., Загоруй Л.П. Удосконалення технології халви соняшnikової.....	67
Подвальна Д.В., Криволапова А.В., Гаюк Н.В. Визначення кислотного числа вершкового масла.....	69
Головач Х.С., Котляренко А.Я., Гаюк Н.В. Діоксид титану як харчова добавка Е 171 у кондитерських виробках.....	71
Ромадін Д.С., Косіор Л.Т. Тривалість використання корів голштинської породи за умов інтенсивних технологій.....	72
Кадук М.П., Слюсаренко С.В. Зміни якісного та кількісного складу мікрофлори за технології виготовлення масла солодко вершкового.....	74
Липовець І.В., Ліскович В.А. Сучасний стан вагoвoзного конярства у Україні.....	75
Курінна А.І., Калініна Г.П. Удосконалення рецептури напоїв для спортсменів.....	77
Пустовіт О.М., Бондаренко Л.В. Санітарно-гігієнічний аналіз технології вирощування овець на фермі «Sheerland».....	79
Коптіла М.І., Мерзлова Г.В. Розробка та оцінка інноваційної рецептури начинки для вафель як перспективного напрямку розвитку кондитерського виробництва.....	81
Каліновська А.О., Гребельник О.П. Оцінка якості здобних виробів.....	83
Черній Б.П., Малина В.В. Санітарно-гігієнічний аналіз технології виробництва і первинної обробки молока в ТОВ «Зеніт» Київської області.....	84
Яцюк М.О., Роль Н.В. Феноли і поліфеноли для забезпечення якості напоїв.....	86
Бесараб-Личман В.І., Роль Н.В. Роль інфрачервоної спектроскопії для дослідження якості їжі під час її обробки.....	87