

**Міністерство освіти і науки України**  
**Одеський національний технологічний університет**  
Факультет експертизи, біотехнології, харчової інженерії, підприємництва та торгівлі  
Кафедра харчової хімії, експертизи та біотехнологій  
Ступінь вищої освіти «Бакалавр»  
Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»  
Освітня програма «Біотехнології та біоінженерія»



## **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

**на тему:**

### **Удосконалення технології отримання лізину**

Здобувача

Мотовиць А.А.  
(прізвище та ініціали студента)  
групи БЮз - 51

5 курсу

Керівник:

к.т.н., ст.викл. Пожіткова Л.Г.  
(посада, прізвище та ініціали)

Консультант:

д.е.н., професор кафедри  
економіки промисловості  
Самофатова В.А.  
(посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від 5 червня 2024 р., протокол № 9.

Завідувачка кафедри ХХЕтаБ /ПІДПИСАНО/ Антоніна КАПУСТЯН

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2024 рік

**Одеський національний технологічний університет**

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет	<u>Експертизи, біотехнології, харчової інженерії, підприємництва та торгівлі</u>
Кафедра	<u>Харчової хімії, експертизи та біотехнологій</u>
Ступінь вищої освіти	<u>Бакалавр</u>
Спеціальність	<u>162 «Біотехнології та біоінженерія»</u>
Освітня програма	<u>«Біотехнології та біоінженерія»</u>

ЗАТВЕРДЖУЮ

зав. кафедри ХХЕтаБ

/ПІДПИСАНО/ \_\_д.т.н., проф. Капустян А.І.

(підпис)

«1.06»

2024 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**  
**Мотовця Анатолія Анатолійовича**

(прізвище, ім'я та по батькові)

**1. Тема роботи:** Удосконалення технології отримання лізину

затверджена наказом ОНТУ від 21.09.2023 р. № 535-03

**2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи** 01.06.2024 р.

**3. Вихідні дані роботи**

*Об'єкт дослідження:* технологія отримання лізину

*Предмет дослідження:* наукова література, продуценти, поживне середовище, економічні показники

**4. Перелік питань, які потрібно розробити**

Вступ

Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування проєкту

Розділ 2. Огляд літературних джерел за темою проєкту

Розділ 3. Технологічна частина проєкту

Розділ 4. Інженерно-технологічна частина

Розділ 5. Економічна частина проєкту

Розділ 6. Охорона праці та навколишнього середовища

Висновки

Список використаних джерел

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)**

- . Блок-схема технологічного процесу одержання лізину
- . Апаратурна схема одержання кормових препаратів лізину
- . Вакуум-випарний апарат
- . Розріз ферментера

## 6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 5. Економічні розрахунки	Самофатова В.А.	/ПІДПИСАНО/	/ПІДПИСАНО/

7. Дата видачі завдання «5» лютого 2024 року

Керівник /ПІДПИСАНО/ Лілія ПОЖІТКОВА  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання /ПІДПИСАНО/ Анатолій МОТОВИЦЬ  
(підпис)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
<b>Підготування пояснювальної записки</b>			
1	Вступ	26.02.2024	виконано
2	РОЗДІЛ 1. Техніко-економічне обґрунтування проєкту	17.03.2024	виконано
3	РОЗДІЛ 2. Огляд літературних джерел	19.04.2024	виконано
4	РОЗДІЛ 3. Технологічна частина проєкту	11.05.2024	виконано
5	РОЗДІЛ 4. Інженерно-технологічна частина	22.05.2024	виконано
6	РОЗДІЛ 5. Економічна частина проєкту	26.05.2024	виконано
7	РОЗДІЛ 6. Охорона праці та навколишнього середовища	28.05.2024	виконано
8	Висновки	01.06.2024	виконано
<b>Підготування графічного матеріалу</b>			
9	Блок-схема технологічного процесу одержання лізину	21.04.2024	виконано
10	Апаратурна схема одержання кормових препаратів лізину	28.04.2024	виконано
11	Вакуум-випарний апарат	12.05.2024	виконано
12	Розріз ферментера струминного типу	17.05.2024	виконано
13	Оформлення роботи	01.06.2024	виконано
14	<b>Термін подання роботи на кафедру</b>	05.06.2024	виконано
15	<b>Зовнішнє рецензування</b>	13.06.2024	виконано
16	<b>Захист кваліфікаційної роботи</b>	20.06.2024	захист зг. граф.

Здобувач-дипломник /ПІДПИСАНО/ Анатолій МОТОВИЦЬ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи /ПІДПИСАНО/ Лілія ПОЖІТКОВА  
(підпис) (прізвище та ініціали)

*Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.*

*Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.*

Здобувач-дипломник /ПІДПИСАНО/

Анатолій

МОТОВИЦЬ

## АНОТАЦІЯ

**Тема:** «Удосконалення технології отримання лізину».

**Спеціальність:** 162 «Біотехнологія та біоінженерія»

**Освітня програма:** Біотехнологія та біоінженерія

**Здобувач СВО «Бакалавр»:** Мотовиць Анатолій Анатолійович

**Керівник:** к.т.н., ст. викл. Пожіткова Лілія Георгіївна

**Ключові слова:** ліпаза, поживне середовище, *Corynebacterium glutamicum*

Удосконалення технології отримання лізину обумовлена важливою роллю цієї амінокислоти в сучасному сільському господарстві та харчовій промисловості. Лізин є незамінною амінокислотою, що не синтезується в організмі людини та тварин, тому його дефіцит потребує постійного поповнення через дієту або добавки. Зважаючи на зростаючі потреби у високоякісних білкових продуктах, удосконалення ефективних методів отримання лізину стає стратегічно важливим завданням.

*Мета та завдання:* Удосконалити технологію отримання лізину доступними біотехнологічними методами.

*Об'єкт дослідження:* лізин, біологічний агент *Corynebacterium glutamicum*

*Предмет дослідження:* посівний матеріал, поживне середовище для *Corynebacterium glutamicum*

В кваліфікаційній роботі удосконалено технологію виробництва лізину методом мікробного синтезу за допомогою продуцента *Corynebacterium glutamicum*. Встановлено оптимальний склад поживного середовища. Наведено апаратурну схему одержання кормових препаратів лізину, описані основні технологічні процеси з описом кінцевого продукту. Обґрунтовано вибір упаковки для готового продукту, проведено продуктивний розрахунок потреб відповідних інгредієнтів для виробництва готового продукту виробничою потужністю 2000 тон на рік та складено матеріальний баланс. Наведена інженерно-технологічна частина та частина охорони праці та навколишнього середовища.

Дипломний проєкт представлено пояснювальною запискою та графічною частиною.

Робота обсягом 73 сторінки складається із вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, що включає 40 найменувань (5 сторінок), 6 рисунків (4 сторінки), 8 таблиць (7 сторінок) та 4 додатка (4 сторінки).

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	стр 6
<b>РОЗДІЛ 1 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ</b>	8
1.1 Актуальність теми дослідження. Аналіз стану ринку виробництва лізину в Україні	8
1.2 Проблеми сучасних технологій отримання лізину	10
<b>РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО–ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОТРИМАННЯ ЛІЗИНУ. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ ПРОЄКТУ</b>	12
2.1 Огляд методів отримання лізину	12
2.2 Характеристика лізину	13
2.3 Характеристика біологічного агенту <i>Corynebacterium glutamicum</i>	15
2.4 Характеристика поживного середовища	18
2.5 Обґрунтування вибору упаковки для готового продукту	21
<b>РОЗДІЛ 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ</b>	22
3.1 Технологічна схема	22
3.2 Опис технологічних процесів	25
3.3 Схема постадійного контролю	29
3.4 Вимоги до якості готової продукції	30
3.5 Продуктовий розрахунок і матеріальний баланс	31
<b>РОЗДІЛ 4 ІНЖЕНЕРНО–ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	44
4.1 Підбір технологічного обладнання	44
4.2 Розрахунок основного технологічного обладнання	46
4.2.1 Технологічний розрахунок випарного апарату	46
4.2.2 Технологічний розрахунок ферменту	47
<b>РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ</b>	49
5.1 Маркетингове дослідження ринку амінокислоти L–лізин	49
5.2 Очікуванні економічні результати	52
5.3 Визначення інноваційного бюджету та інвестицій у виробництві	57
<b>ВИСНОВКИ ДО 5 РОЗДІЛУ</b>	60
<b>РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	61
<b>ВИСНОВКИ</b>	64
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	65
Додаток А Технологічна схема одержання лізину	70
Додаток Б Апаратурна схема одержання кормових препаратів лізину	71
Додаток В Вакуум–випарний апарат	72
Додаток Г Ферментер струминного типу	73

					<i>КРБ.ХХЕтаБ.1.535–03.2.2</i>		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Мотовиць А.А.			Літ.	Аркуш	Аркуші
Керівник		Пожіткова Л.Г.				5	73
Керівник					Пояснювальна записка <i>ОНТУ 2024</i>		
Зав.кафедр		Капустян А.І.					

## ВСТУП

Амінокислоти широко використовують як добавки до продуктів харчування, приправи, підсилювачі смаку, добавки до кормів, а також як сировину для фармацевтичної і парфюмерної промисловостей. Усі амінокислоти, з яких складаються білки, є L-формами. З 20 амінокислот 8 (ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан, валін, фенілаланін) є незамінними для людини. Для сільськогосподарських тварин цей список доповнюють гістидин і аргінін, а для молодняка птиці – ще й пролін. Амінокислоти можуть з успіхом використовуватися не тільки для підвищення поживної цінності харчового продукту, але і як сполуки, що допомагають зняти неприємні або небажані запахи. Лізин, аргінін, гістидин, аланін, пролін, валін, лейцин та деякі інші амінокислоти використовуються як дезодоранти різних харчових продуктів. У харчовій промисловості амінокислоти можуть бути використані як антиокислювачі [1].

За вмістом лізину визначається біологічна цінність білка. Він сприяє секреції харчотравних ферментів і транспорту кальцію у клітини, покращує загальний азотний баланс в організмі [2].

В останні роки все більшого значення набуває раціональний дизайн на основі системної метаболічної інженерії та традиційна оптимізація параметрів ферментації сприяли високому виробництву L-лізину. Оскільки попит на L-лізин на світовому ринку зростає з кожним роком, інтенсивні дослідження були присвячені ефективній продуктивності та економічній собівартості виробництва [3]. Через його ключову роль у стимулюванні росту та розвитку, зміцненні імунітету та профілактиці серцево-судинних і цереброваскулярних захворювань, L-лізин використовується у харчових продуктах, кормових добавках та фармацевтичних препаратах [3].

Широке застосування лізину набуло в медицині. Дослідження показали, що лізин покращує засвоєння кальцію.

Також він грає важливу роль у виробленні карнітину в організмі людини, який відповідає за перетворення жирів в енергію, а також за підтримку нормального рівня холестерину в ліпопротеїнів. Лізин є однією з найважливіших амінокислот, що беруть участь в регенерації м'язів, загоєнні ран і переломів. Допомагаючи швидше засвоювати кальцій, він може ефективно скоротити час регенерації [4].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біотехнологія / В. Г. Герасименко. Частина II. Спеціальні біотехнології, 2006. – 226 с. [Текст].
2. Мікробіологічне виробництво кормів та кормових добавок : курс лекцій з дисципліни для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 162 “Біотехнологія та біоінженерія” денної форми навчання / Ю. Ф. Дехтяр. – Миколаїв : МНАУ, 2017. – 99 с.
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Електронний ресурс] // FAO. Режим доступу: <https://www.fao.org/statistics/en>
4. Cheng et al. [Електронний ресурс]. – 2018. Режим доступу: <https://www.researchgate.net>
5. Deficyt–lizynu–prychyna–budivnytva–zavodiv–v–ukraini. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://harch.tech/2022/08/25/>
6. Svitovyy–rynok–iak–frantsiia–stala–iedynym–u–ievropi–vyrobnykom–ta–netto–eksporterom–kormovoho–lizynu–agroportal–ua. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://agri–gator.com.ua/2022/10/19/>
7. AgroPortal: svitoviy–rinok–yak–franciya–stala–yedinim–u–yevropi–virobnykom–ta–netto–eksporterom–kormovogo–lizynu. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://agroportal.ua/blogs/>
8. "World Lysine Market Analysis, 2021" by Grand View Research. Industry–analysis/lysine–market. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.grandviewresearch.com/>
9. Zasnovnik–grupi–kompanij–eridon–pro–investiciyi–u–zavod–iz–glibokoyi–pererobki–kukurudzi–ta–pererobnu–galuz–ukrayini. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.eridon.ua/>
10. 60162–popri–vijnu–eridon–vidnoviv–budivnitstvo–zavodu–z–glibokoyi–pererobki–kukurudzi <https://latifundist.com/novosti/>

11. "Біосинтез лізину: сучасний стан та перспективи розвитку" by О.В. Іванова et al. –2016. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ostrohcastle.com.ua/en/naukova-biblioteka-zapovidnyka/>
12. Ібатулін І. І. Перетравність поживних речовин у бойлерів різних рівней лізину в комбікормах / І. І. Ібатулін, І. І. Ильчук, М. Я. Кривенок // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво», 2014. –Вип. 21, №24. –С. 144–148.
13. Величко І. М. Нова форма кормового концентрату лізину та ефективність його використання в годівлі свиней / І. М. Величко // Сучасні проблеми вет. медицини, зооінженерії та технологій продуктів тваринництва. –Львів, 1997. –С. 458–459.
14. Визначення вмісту лізину в кормових добавках методом капілярного електрофорезу / Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Г. В. Кушнір, Р. О. Ривак // Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів та кормових добавок. – 2013. – Вип. 14, № 3–4. – С. 55–59.
15. Сломчинський М. М. Оптимізація доз згодовування ліпроту молодняку кролів при вирощуванні на м'ясо: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. с.-г. наук.: спец. 06.02.02 «Годівля тварин і технологія кормів» / М. М. Сломчинський –К., 2005. –18 с.
16. Digestible lysine requirements of straightrun broiler chickens from fifteen to twenty-eight days of age / M Mehri, H Nassiri-Moghaddam, H Kermanshahi, M Danesh-Mesgaran // J. Anim. Vet. Adv, 2010. –V. 9, Issue 17. –P. 2321–2324
17. Taormina J. P. Microbiological Research and Development for the Food Industry / J. P. Taormina // Food microbiology and food safety series / USA: CRC Press, 2012. – 355 p.
18. Біологічна хімія / Л. М. Вороніна, В. Ф. Десенко, Н. М. Мадієвська [та ін.]; за ред. проф. Л. М. Вороніної // Х.: Основа: Видавництво НФАУ, 2000. –608 с.

19. Formula of the 20 common amino acids [Електронний журнал] / E.Foulquier, C.Ginestoux, Z.Ouaray[et. al.]// Режим доступу до журн.: [http://www.imgt.org/IMGTEducation/Aidememoire/\\_UK/aminoacids/formuleAA/](http://www.imgt.org/IMGTEducation/Aidememoire/_UK/aminoacids/formuleAA/)
20. Lysine [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.aminoacidsguide.com/Lys.html>.
21. Corynebacterium glutamicum характеристики, таксономія, морфологія, культура. URL. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://ua.thpanorama.com/articles/biologa/corynebacteriumglutamicum-charactersticas-taxonoma-morfologa-cultivo.html>
22. Мосічев М.С., Загальна технологія мікробіологічних виробництв / А.А. Складнев, В.Б. Котов. – М: Легка промисловість, 1982. – 264 с.
23. Біологічна хімія / Л. М. Вороніна, В. Ф. Десенко, Н. М. Мадієвська [та ін.]; за ред. проф. Л. М. Вороніної // Х.: Основа: Видавництво НФАУ, 2000. –608 с.
24. Krmovye-dobavky/aminokislota-lizin-sulfat-meihua-group-fasovka-25-kg-kormovaya-dobavka-2. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.westmix.com.ua/shop/>
25. Formula of the 20 common amino acids [Електронний журнал] / E.Foulquier, C.Ginestoux, Z.Ouaray[et. al.]// Режим доступу до журн.: [http://www.imgt.org/IMGTEducation/Aidememoire/\\_UK/aminoacids/formuleAA/10](http://www.imgt.org/IMGTEducation/Aidememoire/_UK/aminoacids/formuleAA/10)
26. Реактори біотехнологічних виробництв: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», освітньої програми «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.М. Мельник, Л.Ю. Авдєєва. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,40 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 60 с.
27. Sites/default/files/elib\_upload.page18 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://elib.lntu.edu.ua/>
28. Sites/default/files/elib\_upload.page19 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://elib.lntu.edu.ua/>

29. Реактори біотехнологічних виробництв: Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», освітньої програми «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: В.М. Мельник, Л.Ю. Авдєєва. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,40 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 60 с ]
30. Attachments/article/254/Biotehnologi\_Gerasimenko.pdf. Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://bioengineering.kpi.ua>
31. Core/bitstreams/b198c7d0–c5cb–402f–bc7f–183cadb3a5c6/content. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/ua/bulon–luriya–bulon–millera–lb–conda–500–g–253650.html>. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://shop.hlr.ua/>
32. ua/bulon–luriya–bulon–millera–lb–conda–500–g–253650.html. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://shop.hlr.ua/>
33. Класифікація випарних апаратів [Ел. ресурс] // U Distance Learning – Режим доступу Конструкції ВА.
34. Атлас з курсу «Реактори біотехнологічних виробництв» для студентів напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» / Уклад.: В.М. Мельник, В.В. Карачун, С.В. Фесенко. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 109 с.
35. В.М. Мельник, М.С. Тривайло, В.В. Карачун; Масообмін і аерація в біореакторах [Текст]: моногр./ Тривайло М.С. Карачун В.В. // НТУУ «КПІ». – Київ.: «Корнійчук», 2008. – 96 с.
36. Закон України «Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатні»// 2017.– № 22 – ст.292
37. Порятунк вітчизняного АПК – заводи із глибокої переробки кукурудзи. URL. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.growhow.in.ua/poriatunok–vitchyznianoho–apk–zavody–iz–hlybokoi–pererobky–kukurudzy/> (дата звернення 26.05.24).

38. L–Лізін Моно Гідрохлорид кормовий. URL. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://kreon-d.com.ua/ua/a248311-lizin-mono-gidrohlorid.html> (дата звернення 28.05.24).

39. Личана О. В. Дослідження біотехнології виробництва лізину / О. В. Личана, О.О. Варанкіна // XIII Міжнародна науково–практична конференція магістрантів та аспірантів: матеріали конф., 19–22 листопада 2019 р. / ред. Є. І. Сокол; Нац. техн. ун–т "Харків. політехн. ін–т" [та ін.]. Харків: НТУ "ХПІ", 2019. С. 456.

40. Засновник групи компаній «Ерідон» про інвестиції у завод із глибокої переробки кукурудзи та переробну галузь України. URL. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.eridon.ua/zasnovnik-grupi-kompanij-eridon-pro-investiciyi-u-zavod-iz-glibokoyi-pererobki-kukurudzi-ta-pererobnu-galuz-ukrayini> (дата звернення 30.05.24).