

**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича**  
**Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів**  
**Кафедра біохімії та біотехнології**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
**Директор ІННБХБ**  
**Руслан БЕСПАЛЬКО**  
« 1 » 08 2024 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

**Біотехнологія продуктів мікробного синтезу**  
обов'язкова

**Освітньо-професійна програма** Біотехнології та біоінженерія

**Спеціальність** 162 – Біотехнології та біоінженерія

**Галузь знань** 16 – Хімічна інженерія та біоінженерія

**Рівень вищої освіти** другий (магістерський)

**Мова навчання** українська

**Чернівці 2024 рік**

Робоча програма навчальної дисципліни «Біотехнологія продуктів мікробного синтезу» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Біотехнології та біоінженерія», затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 8, від 27.05.24)

Розробник:

к.б.н., доцент кафедри біохімії та біотехнології Васіна Лілія Миколаївна

Викладач:

к.б.н., доцент кафедри біохімії та біотехнології Васіна Лілія Миколаївна

Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри біохімії та біотехнології

Протокол № 1 від "9" 08 2024 року

Завідувач кафедри



(підпис)

Копильчук Г.П.

(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів

Протокол № 1 від "9" 08 2024 року

Голова методичної ради інституту



(підпис)

Москалик Г.Г.

(прізвище та ініціали)

Навчальна дисципліна "Біотехнологія продуктів мікробного синтезу" є складовою циклу професійної підготовки магістрів зі спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія. Це обов'язкова теоретично-прикладна дисципліна, що формує основу практичних технологічних знань, необхідних у роботі біотехнолога завдяки глибокому розумінню синтетичних процесів, що відбуваються в клітинах прото- та ауксотрофних мікроорганізмів.

**1. Мета навчальної дисципліни:** сформувати систему знань, здатностей та вмінь з основ технології синтезу мікроорганізмами біологічно активних речовин в умовах лабораторного та промислового виробництва, що дозволяють вирішувати типові задачі діяльності біотехнолога за узагальненим об'єктом діяльності "мікроорганізми".

**Пререквізити:** Вивчення дисципліни «Біотехнологія продуктів мікробного синтезу» ґрунтується на програмних результатах навчання ОП «Біотехнології та біоінженерія» для першого (бакалаврського) рівня навчання. Ефективність засвоєння даного курсу підвищує вивчення дисциплін: біологія клітини, хімія, біологія, біохімія, генетика, загальна мікробіологія та вірусологія, загальна біотехнологія, промислова біотехнологія, інженерна ензимологія. Також дисципліна вивчається паралельно з курсом «Біотехнологія отримання вторинних метаболітів».

## **2. Результати навчання**

**В результаті навчання у здобувачів формуються такі компетентності:**

ЗК 1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ФК 11. Здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання.

ФК 12. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасних обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі сукупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки.

ФК 13. Здатність розробляти та вдосконалювати комплексні біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів біоінженерії та природничих наук.

ФК 19. Здатність проводити скринінгові дослідження продуцентів біологічно активних речовин, залучати сучасні методи виділення та аналізу цільових метаболітів та створювати на їх основі функціональні кормові та харчові композиційні препарати

## **Програмні результати навчання**

ПР 6. Знати та оцінювати основні методичні прийоми культивування еукаріотичних клітин тваринного та рослинного походження, розробляти нові технології їх застосування у наукових цілях, медицині, сільському господарстві тощо.

ПР 7. Мати навички виділення, ідентифікації, зберігання, культивування, іммобілізації біологічних агентів, здійснювати оптимізацію поживних середовищ, обирати оптимальні методи аналізу, виділення та очищення цільового продукту, використовуючи сучасні біотехнологічні методи та прийоми, притаманні певному напрямку біотехнології.

ПР 9. Вміти розробляти, обґрунтовувати та застосовувати методи та засоби захисту людини та навколишнього середовища від небезпечних факторів техногенного та біологічного походження.

ПР 10. Упроваджувати найбільш ефективні біотехнологічні методи та прийоми у практичну виробничу діяльність на основі оцінки ефективності передових біотехнологій та врахування загальних тенденцій розвитку новітніх біотехнологій у провідних країнах.

ПР 18. Вміти проводити скринінгові дослідження продуцентів біологічно активних речовин, застосовувати сучасні методи виділення та аналізу цільових метаболітів та створювати на їх основі функціональні кормові та харчові композиційні препарати

- **знати:** особливості організації та життєдіяльності мікроорганізмів-продуцентів на різних стадіях життєвого циклу, шляхи синтезу мікроорганізмами біологічно активних сполук, особливості культивування мікроорганізмів та ферментації при виробництві різних типів сполук, основні методи стерилізації при реалізації технологій мікробного синтезу, загальну технологічну схему виробництва;

### 3. Опис навчальної дисципліни

#### Загальна інформація про розподіл годин

### 3.1. Зміст навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин                                                      |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------|---|-----|-----|------|--------------|--------------|----|-----|-----|------|
|                               | денна форма                                                          |              |   |     |     |      | заочна форма |              |    |     |     |      |
|                               | усього                                                               | у тому числі |   |     |     |      | усього       | у тому числі |    |     |     |      |
|                               |                                                                      | л            | п | лаб | інд | с.р. |              | л            | п  | лаб | інд | с.р. |
| 1                             | 2                                                                    | 3            | 4 | 5   | 6   | 7    | 8            | 9            | 10 | 11  | 12  | 13   |
| <b>Теми лекційних занять</b>  | <b>Змістовий модуль 1. Мікробний синтез амінокислот та ферментів</b> |              |   |     |     |      |              |              |    |     |     |      |

|                                                                                                             |                                                                                                      |    |  |    |  |     |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|----|--|-----|--|--|--|--|--|--|
| Особливості технологій мікробного синтезу                                                                   | 18                                                                                                   | 2  |  | 4  |  | 12  |  |  |  |  |  |  |
| Загальні закономірності синтезу амінокислот мікроорганізмами. Одно – та двостадійне виробництво амінокислот | 28                                                                                                   | 4  |  | 6  |  | 18  |  |  |  |  |  |  |
| Комплексна оцінка мікроорганізмів-продуцентів широкого спектру ферментів                                    | 28                                                                                                   | 4  |  | 4  |  | 20  |  |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 1                                                                                | 74                                                                                                   | 10 |  | 14 |  | 50  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Теми лекційних занять</b>                                                                                | <b>Змістовий модуль 2. Мікробний синтез вітамінів, органічних кислот, екстрацелюлярних полімерів</b> |    |  |    |  |     |  |  |  |  |  |  |
| Характеристика вітаміногенної здатності еу-та прокаріотичних мікроорганізмів                                | 34                                                                                                   | 4  |  | 5  |  | 25  |  |  |  |  |  |  |
| Мікробний синтез нуклеотидів                                                                                | 16                                                                                                   | 2  |  | 2  |  | 12  |  |  |  |  |  |  |
| Синтез мікроорганізмами органічних кислот в аеробних та анаеробних умовах                                   | 14                                                                                                   | 2  |  | 4  |  | 8   |  |  |  |  |  |  |
| Особливості синтезу мікроорганізмами екстрацелюлярних полімерів та шляхи їх застосування                    | 12                                                                                                   | 2  |  | 2  |  | 8   |  |  |  |  |  |  |
| Разом за змістовим модулем 2                                                                                | 76                                                                                                   | 10 |  | 11 |  | 60  |  |  |  |  |  |  |
| <b>Усього годин</b>                                                                                         | 150                                                                                                  | 20 |  | 25 |  | 105 |  |  |  |  |  |  |
| <b>Підсумкова форма контролю</b>                                                                            | <b>екзамен</b>                                                                                       |    |  |    |  |     |  |  |  |  |  |  |

### 3.2. Зміст завдань для самостійної роботи

| № | Назва теми                                                                                                                                                                       |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основні види продукції мікробного синтезу. Загальні закономірності синтезу мікроорганізмами первинних і вторинних метаболітів, поняття про трофофазу та ідіофазу.                |
| 2 | Скринінг wild-type-продуцентів та генноінженерних штамів, що синтезують глутамат. Обсяги промислового одержання амінокислот. Галузі застосування та шляхи одержання амінокислот. |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Різноманіття ферментних препаратів. Застосування ферментів у промисловості, сільському господарстві, медицині, дослідницькій практиці.<br>Субстратна специфічність пектиназ, ліпаз, $\beta$ -галактозидаз та L-аспарагіназ. Мікроорганізми – промислові продуценти пектиназ, ліпаз, $\beta$ -галактозидаз та L-аспарагіназ.<br>Стабілізація ферментних препаратів. Особливості фізичної та хімічної імобілізації. Великотонажні виробництва з використанням імобілізованих ферментів та клітин. |
| 4 | Особливості культивування псевдомонад, метаногенів та пропіонібактерій як продуцентів вітаміну В <sub>12</sub> . Галузі застосування ціанокобаламіну.<br>Біосинтез каротинів з використанням бактерій та грибів. Галузі застосування каротиноїдів.                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5 | Виробництво нуклеотидів. Історія створення та сучасні напрямки галузі.<br>Регулювання біосинтезу нуклеотидів. Створення ауксотрофних мутантів із заблокованими шляхами синтезу нецільових нуклеотидів.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 6 | Анаеробне утворення мікроорганізмами лактату, пропіонату, бутирату, форміату, ацетату, сукцинату                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7 | Синтез прокаріотами компонентів поверхневих структур (клітинної стінки, слизистих утворень, джгутиків, ворсинок)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

#### **4. Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни**

**Форми організації навчання:** лекція, лабораторне заняття, індивідуальне навчальне заняття, консультація.

**Методи навчання:** словесні (розповідь, пояснення, лекція), наочні (демонстрація, ілюстрація, спостереження), практичні, робота у групах, розв'язання практичних кейсів.

#### **5. Контроль та оцінювання результатів навчальних досягнень студентів з навчальної дисципліни**

Для контролю засвоєних знань проводяться усні та письмові опитування, тестування, комплексні контрольні роботи.

**Іспит проводиться у формі тестового контролю.**

##### **5.1. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни**

###### ***Критерії оцінювання тестування:***

На комп'ютерному (письмовому) тестуванні студент отримує по 10 завдань по термінології курсу. Максимальну кількість балів за кожне завдання (0,1) студент отримує в разі повного і вірного висвітлення даного питання.

###### ***Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт:***

5б – студент самостійно виконав всі завдання лабораторної роботи, досконало володіє мікроскопічною технікою, коректно ідентифікує та характеризує мікроорганізми, акуратно оформив і вчасно здав протокол, чітко, вільно відповідає на контрольні запитання,

4б – студент самостійно виконав всі завдання лабораторної роботи, акуратно оформив і вчасно здав протокол, проте припускається помилок при відповіді на контрольні запитання та нечіткість у виконанні лабораторних завдань,

3б - студент самостійно виконав всі завдання лабораторної роботи, акуратно оформив протокол, проте невчасно здав протокол, припустився помилок при відповіді на контрольні запитання та трактуванні критеріїв ідентифікації мікроорганізмів

2б – студент виконав лабораторну роботу, проте припустився чисельних помилок при оформленні протоколу, не підготувався до захисту роботи,

0б – студент не виконав лабораторну роботу.

###### ***Критерії оцінювання модульного та підсумкового тестування:***

На тестуванні студент отримує по 40 завдань за тематикою модулю/курсу. Максимальну кількість балів за кожне завдання (0,25/1) студент отримує в разі повної і вірної відповіді на тестові завдання репродуктивного, порівняльного, ілюстративного, творчого типу.

### **Критерії оцінювання самостійної роботи:**

За результатами виконання самостійної роботи в межах кожної теми здійснюється тестування. Студент отримує 10 тестових завдань, максимальна кількість балів за кожне завдання 0,5 бала.

## **5.2. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС**

| 100-бальна шкала | Оцінка за національною шкалою |              | Оцінка за шкалою ЄКТС |                                                                                                         |
|------------------|-------------------------------|--------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                               |              | Оцінка                | Пояснення за розширеною шкалою                                                                          |
| 90-100           | Зараховано                    | Відмінно     | A                     | відмінно                                                                                                |
| 80-89            |                               | Добре        | B                     | дуже добре                                                                                              |
| 70-79            |                               |              | C                     | добре                                                                                                   |
| 60-69            |                               | Задовільно   | D                     | задовільно                                                                                              |
| 50-59            |                               |              | E                     | достатньо                                                                                               |
| 35-49            | Незараховано                  | Незадовільно | FX                    | (незадовільно) з можливістю повторного складання                                                        |
| 1-34             |                               |              | F                     | (незадовільно) з обов'язковим самостійним повторним опрацюванням освітнього компонента до перескладання |

## **5.3. Засоби оцінювання**

Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є:

- стандартизовані тести;
- підсумкові контрольні роботи;
- захист лабораторних робіт;

## **6. Форми поточного та підсумкового контролю**

Поточний контроль проводиться у формі стандартизованих тестів, захистів лабораторних робіт.

Підсумковий контроль (екзамен) проводиться у формі тестового контролю.

### **Зарахування результатів неформальної освіти**

Зарахування результатів неформальної освіти проводиться згідно «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти у системі формальної освіти)» <https://www.chnu.edu.ua/media/3aykf41y/polozhennia-pro-vzaiemodiiu-formalnoi-ta-neformalnoi-osvity.pdf>

### **Політика курсу**

Впродовж семестру для перевірки знань студентів та контролю за самостійною роботою застосовують письмові роботи та тестовий контроль. При виконанні різних форм робіт студенти повинні дотримуватися принципів академічної доброчесності.

Питання плагиату та академічної доброчесності регламентуються ЗУ «Про вищу освіту» та локально-правовими актами ЗВО: Правила академічної доброчесності у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/lnojdab4/pravyla-akademichnoi-dobrochesnosti.pdf>

Положення про виявлення та запобігання плагиату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/n5nbzwgb/polozhennia-chnu-pro-plahiat-2023plusdodatky-31102023.pdf>  
та Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича <https://www.chnu.edu.ua/media/jxdfs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf>

## 7. Рекомендована література основна

1. Пирог Т.П., Пенчук Ю.М. Біохімічні основи мікробного синтезу. – К.: Ліра-К, 2019. – 304 с.
2. Okafor N. Modern Industrial Microbiology and Biotechnology, 2017
3. McNeil B., Harvey L. M. Practical Fermentation Technology, 2008

## Допоміжна література

1. Franco T.M. A., John S. Blanchard Bacterial Branched-Chain Amino Acid Biosynthesis: Structures, Mechanisms, and Drugability. *Biochemistry*. 2017 Nov 7; 56(44): 5849–5865.
2. Nigam P. S. Microbial Enzymes with Special Characteristics for Biotechnological Applications *Biomolecules*. 2013 Sep; 3(3): 597–611.
3. Du B., Sun M., Hui W., Xie C., Xu X. Recent Advances on Key Enzymes of Microbial Origin in the Lycopene Biosynthesis Pathway. *J. Agric. Food Chem.* 2023, 71, 35, 12927–12942

## 8. Інформаційні ресурси

<https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=1735>  
<https://www.sciencedirect.com/referencework/9780123739445/encyclopedia-of-microbiology>  
<https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.bi.37.070168.000455>  
<https://www.sciencedirect.com/book/9781782422853/improving-and-tailoring-enzymes-for-food-quality-and-functionality>  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-021-02678-z>

## Розподіл балів, які отримують студенти

| Поточне тестування та самостійна робота       |    |    |                                               |    |    |    | екзамен | Сума |
|-----------------------------------------------|----|----|-----------------------------------------------|----|----|----|---------|------|
| Змістовий модуль №1                           |    |    | Змістовий модуль № 2                          |    |    |    |         |      |
| T1                                            | T2 | T3 | T4                                            | T5 | T6 | T7 | 40      | 100  |
| 6                                             | 6  | 6  | 6                                             | 6  | 5  | 5  |         |      |
| Модульна контрольна робота – 10<br>разом – 28 |    |    | Модульна контрольна робота – 10<br>разом – 32 |    |    |    |         |      |

**T1, T2 ... T7 – теми змістових модулів.**