



## Керований синтез метаболітів

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»</i>
Спеціальність	<i>162 –Біотехнології та біоінженерія</i>
Освітня програма	<i>Біотехнологія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ЄКТС, 18 год лекцій, 18 год практик</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит/МКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 1 год./тиждень; практичні заняття: 1 год./тиждень згідно розкладу</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор.техн.наук, доцент Голуб Наталія Борисівна golubnb@ukr.net; 095-601-40-65 (Телеграм) Практичні: доктор.техн.наук, доцент Голуб Наталія Борисівна</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom. Код курсу xcsefsi</i>

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Актуальність дисципліни «Керований синтез метаболітів» полягає у можливості створення заданих продуктів в результаті зміни метаболізму мікроорганізмів під впливом фізичних та хімічних факторів середовища, що дасть змогу впровадження нових ефективних біотехнологій або удосконалення існуючих. Такий підхід буде формувати у аспіранта здатність до розв'язання комплексних проблем в сфері біотехнологій та біоінженерії, виконувати оригінальні дослідження, генерувати нові ідеї, критично оцінювати одержані результати, що призводять до розробки нових та вдосконалення існуючих біотехнологій. Дана дисципліна повинна ознайомити студента з основами дії фізичних та хімічних факторів середовища на метаболізм клітин, сучасних підходів для отримання цільового продукту, сприяти формуванню наукового світогляду.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- розв'язувати комплексні проблеми в сфері біотехнологій та біоінженерії, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та професійної практики на основі аналізу способів зміни метаболізму клітин мікроорганізмів для підвищеного біосинтезу певних речовин;
- виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері біотехнологій та біоінженерії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках;

- розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, що застосовуються у біотехнології та біоінженерії та природничих науках.

#### **Основні завдання дисципліни -**

вибір способів, прийомів та обладнання для культивування мікроорганізмів з метою одержання нових цільових продуктів або підвищення виходу в існуючих технологіях. Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

#### **Знання:**

- дії хімічних та фізичних факторів, що застосовуються для зміни метаболізму в клітинах і призводить до утворення нових продуктів біосинтезу та підвищення вмісту метаболітів в клітинах та поза клітиною;
- механізмів утворення метаболітів в клітинах;
- методів аналізу цільового продукту (на прикладі компонентів ліпідної фракції);

#### **Уміння:**

- обирати найбільш відповідний для досліджень і виробництва у галузі біотехнології об'єкт;
- використовувати сучасні підходи для регуляції біохімічних процесів та вдосконалення біологічних агентів;
- здійснювати лабораторні та виробничі процедури із біооб'єктами;
- застосовувати сучасні фізичні методи впливу на метаболізм мікроорганізмів; здійснювати аналіз отриманих цільових продуктів;
- розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології отримання продуктів різного призначення і природоохоронні біотехнології.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Ґрунтується на знаннях, одержаних студентами при вивченні дисциплін: Біохімія, Біофізика, Загальна біотехнологія, Біохімічні та фізичні методи аналізу в біотехнології, Інтеграція та диференціація сучасних наукових знань у біотехнології; Проблемні питання екобіотехнології та біоенергетики та на знаннях іноземної мови не нижче рівня А2 і інформаційних технологій на рівні користувача.

Використовується при розробці технологічних рішень підвищення виходу продукції або створення нового виду продукції, при підвищенні ефективності переробки різних видів відходів, а також при виконанні дослідної роботи в наукових установах, лабораторіях та науково-дослідних інститутах.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Вплив компонентів живлення на розвиток мікроорганізмів**

Тема 1.1. Використання мікроорганізмів в галузях промисловості. Розгляд специфіки підходів використання мікроорганізмів для біосинтезу цільового продукту та переробки відходів різного походження. Вплив інгібіторів на розвиток клітин.

Тема 1.2. Біологічно активні речовини, що продукують мікроорганізми. Білки, вітаміни, гормони, ліпіди, вуглеводи, біологічно активні речовини тощо.

### **Розділ 2. Вплив компонентів живлення на метаболізм мікроорганізмів**

Тема 1. Зміна метаболізму клітин мікроорганізмів під впливом хімічних факторів. Взаємозв'язок елементів живлення з метаболічними процесами у мікроорганізмів різних класів. Вплив джерела карбону, нітрогену, феруму та інших елементів на вихід шуканої продукції. Зміна метаболізму клітин під одночасною дією підвищених концентрацій елементів. Дія мутагенних сполук для отримання надпродуцентів.

### Розділ 3. Дія фізичних факторів на розвиток мікроводоростей

Тема 1. Зміна метаболізму клітин мікроводоростей під впливом фізичних факторів. Дія опромінення різними довжинами хвиль, освітлення, температури на приріст біомаси та біосинтез ліпідів, жирних кислот, каротиноїдів, хлорофілів, вітамінів, вуглеводів в мікроводоростях та підвищення ефективності переробки відходів різного походження. Сумісний вплив фізичних та хімічних факторів на зміну метаболізму клітин.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Рекомендована література

##### Базова

1. Пирог Т. П., Ігнатова О. А. Загальна біотехнологія. Київ : НУХТ, 2009.- 336 с.
2. Біотехнологія з основами екології : навчальний посібник / Трохимчук І. М., Плюта Н. В., Логвиненко І. П., Сачук Р. М. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019. - 304 с.
3. A Closer Look at Biodiesel Production, Chapter 3 *The Influence of Raw Material on Biodiesel Production* / L.L. Diaz-munoz, H.E. Reynel-Avila, D.I. Mendoza-Castillo, A. Bonilla-Petriciolet/ Series: Renewable Energy: Research, Development and Policies, Nova science publishing. – 2019. 317 p.
4. Physical Factors' Influence on Chlorella vulgaris Microalgae Development and Lipid Biosynthesis/ N.B. Golub, I.I. Levtun //Series: Renewable Energy: Research, Development and Policies, Nova science publishing. – 2019. 317 p.
5. Н.Б. Голуб, О.Я.Боровик Переробка біомаси/ Київ, Комп'ютерпрес, 2014, 169с.
6. Kong W. The characteristics of biomass production, lipid accumulation and chlorophyll biosynthesis of *Chlorella vulgaris* under mixotrophic cultivation / W. Kong, H. Song, Y. Cao, H. Yan [at al.] // African J. Biotechnol. – 2011. – V. 10. – № 55. – P. 11620 – 11630.
7. The effect of increasing temperature on crop photosynthesis: from enzymes to ecosystems / C. E. Moore et al. *Journal of Experimental Botany*. 2021. Vol. 72, no. 8. P. 2822–2844. URL: <https://doi.org/10.1093/jxb/erab090>
8. Bioconversion of Wastes to Value-added Products Edited by O.Stabnikova, O.Shevchenko, V.Stabnikov, O.Paredez Lopes.- 2023 by CRC Press, P.384 ISBN 9781032348797
9. Mares S., Moreno-Andrade I., Quijano G. Biological CH<sub>4</sub> production from H<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> streams: influence of trace metals concentration on the hydrogenotrophic process. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2023. P. 109528. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.109528>
10. Gaysina L. A. Influence of pH on the Morphology and Cell Volume of Microscopic Algae, Widely Distributed in Terrestrial Ecosystems. *Plants*. 2024. Vol. 13, no. 3. P. 357. URL: <https://doi.org/10.3390/plants13030357>

##### Допоміжна

1. Галяс В. Л., Колотницький А. Г. Біохімічний і біотехнологічний словник. Львів : Оріяна-Нова, 2006. - 468 с.
2. Ameyalli M Rodríguez-Cano. / Ameyalli M Rodríguez-Cano, Claudia C Calzada-Mendoza, Guadalupe Estrada-Gutierrez, Jonatan A Mendoza-Ortega, Otilia Perichart-Perera// *Nutrients* 2020. – 2020. 12(7). 2166 p.
3. Scott Hayes. Interaction of Light and Temperature Signalling in Plants / Scott Hayes // John Wiley & Sons, Inc. eLS. – 2020. 1-8 p.
4. Golub N.B. Influence of light energy wavelength on cultivation of *Chlorella vulgaris* / N.B. Golub, I.I. Levtun // Вісник Національного університету «Львівська політехніка», серія «Хімія, технологія речовин та їх застосування». –2016. – Вип. 841. 138–144 p.
5. Golub N.B. Impact of sound irradiation on *Chlorella vulgaris* cell metabolism / N.B. Golub, I.I. Levtun // *Eastern-European journal of enterprise technologies*. – 2016, – Vol. 80, – № 2. 27–31 p.
6. Wending P., Nikoloski Z. Model-driven insights into the effects of temperature on metabolism. *Biotechnology Advances*. 2023. P. 108203. URL: <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2023.108203>

### **Інформаційні ресурси**

1. <https://www.pharmencyclopedia.com.ua>
2. <https://dspace.ltsu.org/bitstream/123456789/3126/2/Matsayi.pdf>
3. <https://nuczu.edu.ua/sciencearchive/Articles/gornostal/vajinskii%20posibnyk.pdf>
4. [r.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/2622/HTБ453689.pdf](http://r.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/2622/HTБ453689.pdf)
5. <https://nmcbook.com.ua/Arhiw1/atlasrosl/Biotehnologia.pdf>
6. [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/294856/mod\\_resource/content/3/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%95%D0%9C%208.pdf](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/294856/mod_resource/content/3/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%20%D0%95%D0%9C%208.pdf)
7. <https://www.slideshare.net/slideshow/topic-9-influence-of-environmental-factors-on-microorganisms/75479868>

## **Навчальний контент**

### **5.Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

#### **Лекційні заняття**

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда); інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, відео-підтримки навчальних занять, розробка і застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань, і ін.).

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<p><b>Лекція 1.</b> Специфіка використання мікроорганізмів для біосинтезу цільового продукту та переробки відходів різного походження. Задачі, які поставлені для підвищення виходу продукту з заданими властивостями. Одержання цільового продукту за використання штамів мікроорганізмів. Одержання цільового продукту за використання асоціацій мікроорганізмів. Вплив джерела живлення на використання біологічного об'єкта. Вплив інгібіторів на розвиток клітин.</p> <p><i>Література: [1, 2, 8]</i></p>
2	<p><b>Лекція 2.</b> Використання мікроорганізмів в галузях промисловості. Біологічно активні речовини, що продукують мікроорганізми. Фармацевтична промисловість – одержання ферментів, вітамінів, антибіотиків та інших біологічно активних речовин. Харчова промисловість - одержання запашних речовин, продуцентів необхідних продуктів для заквашування тощо, Енергетика – одержання метану, водню, біодизелю. Сільське господарство – одержання пестицидів та гербцидів природного походження. Специфіка дії природних препаратів для боротьби з шкідниками сільськогосподарських культур</p> <p><i>Література: : [1,2, 5,8]</i></p>
3	<p><b>Лекція 3.</b> Залежність утворення органічних сполук від вмісту та форми джерела карбону. Дія неорганічних та органічних речовин: глюкози, пірувату, манози, фруктози, гліцерилу, етилового спирту тощо на приріст біомаси та компонентний склад клітин. Міксотрофне культивування. Взаємозв'язок елементів живлення з метаболічними процесами у мікроорганізмів різних класів. Зміна метаболізму клітин під дією різних сполук та концентрації нітрогену. Вплив іонів лужних металів на розвиток мікроорганізмів.</p>

	<i>Література: [6,3,9]</i>
4	<b>Лекція 4.</b> <u>Вплив металів на розвиток клітин.</u> Залежність продукування біомаси від форми сполук та концентрації іонів феруму. Взаємозв'язок між перебігом ферментативних реакцій та формою і кількістю сполук феруму. Накопичення клітинами іонів металів для профілактики захворювань. Вплив одних металів на накопичення інших.  <i>Література: [3,9]</i>
5	<b>Лекція 5.</b> <u>Вплив галогенів та халькогенів на розвиток мікроорганізмів.</u> Зміна метаболізму мікроорганізмів під дією сполук неметалевих елементів. Вплив концентрацій різних елементів на засвоєння елементів та продукування різних біологічно активних речовин.  <i>Література: [3]</i>
6	<b>Лекція 6.</b> <u>Одержання ефективних продуцентів.</u> Дія мутагенних неорганічних та органічних сполук на отримання надпродуцентів. Одержання генномодифікованих рослин. Генетична модифікація для отримання препаратів для боротьби з мучнистою россою пшениці  <i>Література: [1]</i>
7	<b>Лекція 7.</b> <u>Вплив освітлення та температури на метаболізм клітин.</u> Залежність виходу біомаси та біосинтез органічних сполук в залежності від інтенсивності освітлення. Вплив спектру довжин хвиль видимого діапазону на продукування органічних сполук мікроорганізмами. Біосинтез хлорофілів та каротиноїдів в залежності від комбінації світло діюдів. Зміна метаболізму різних класів мікроорганізмів в залежності від температурних умов. Вихід продуктів метаболізму в залежності від температури культивування, що відрізняється від оптимальних умов.  <i>Література: [4,7]</i>
8	<b>Лекція 8.</b> <u>Вплив опромінення на розвиток мкроорганізмів та продукування цільового продукту.</u> Дія ультразвукового опромінення на розвиток клітин мікроводоростей, вихід ліпідної фракції та компонентного складу жирних кислот. Вплив звукового опромінення на ріст мікроводоростей. Зміна ефективності процесів переробки відходів при опроміненні асоціації мікроорганізмів.  <i>Література: [4]</i>
9	<b>Лекція 9.</b> <u>Зміна метаболізму під одночасною дією різних факторів</u> Одночасна зміна компонентів поживного середовища та дія фізичних факторів (режимів освітлення, температури, опромінення). <i>Література: [3,7,10]</i>

### Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять з дисципліни «Керований синтез метаболітів» є формування у студентів вміння обирати найбільш відповідний для досліджень і виробництва у галузі біотехнології об'єкт; використовувати сучасні підходи для вдосконалення біологічних агентів і регуляції біохімічних процесів; здійснювати лабораторні та виробничі процедури із біооб'єктами;

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології,

засновані на активних формах і методах навчання (дискусія, експрес-конференція, навчальні дебати, застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань)

№ з/п	Назва теми заняття
1	<p><b>Використання мікроорганізмів в галузях промисловості.</b>                      Методичний підхід до визначення способу культивування мікроорганізмів для отримання продукту. Вихід продукції в залежності від поставлених цілей біосинтезу. Методи аналізу метаболітів.</p> <p><i>Література: [1,2]</i></p>
2	<p><b>Зміна метаболізму клітин мікроорганізмів під впливом хімічних факторів.</b>                      Вплив сполук карбону (цукри, ліпіди, неорганічні сполуки, відходи різних виробництв), на біосинтез біологічно активних речовин. Взаємозв'язок між елементами живлення на вихід продукції. Розгляд пропозицій щодо отримання продукту в науковій роботі аспіранта та запропонованих методик його аналізу.</p> <p><i>Література: : [3,8,9]</i></p>
3	<p><b>Механізми підвищення виходу продукції.</b> Вплив одночасної дії зміненими концентраціями елементів живлення на вихід продукту. Вплив підвищеної концентрації одного елемента на надходження іншого. Методики, що використовуються.                      Розгляд пропозицій аспірантів щодо механізмів підвищення виходу продукції, яку досліджують</p> <p><i>Література: [3]</i></p>
4	<p><b>Математичний опис багатофакторного експерименту.</b> Підходи, що використовуються для моделювання процесів впливу елементів живлення.  <i>Література: Методика розрахунку математичне модулювання Розділ 7</i>  <a href="https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/23461">https://www.uzhnu.edu.ua/en/infocentre/get/23461</a>                      За допомогою спец програм  <a href="http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/3025/1/13.pdf">http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/3025/1/13.pdf</a></p>
5	<p><b>Особливості культивування фототрофних мікроорганізмів.</b> Міксотрофне культивування. Розрахунки подачі CO<sub>2</sub> у фотореактори при постійному та періодичному надходженні. Методи перемішування в фотореакторах</p> <p><i>Література: : [4]</i></p>
6	<p><b>Зміна метаболізму клітин мікроорганізмів під впливом фізичних факторів</b>                      Дія параметрів освітлення (тривалість, інтенсивність, періодичність, освітлювач) на процес вирощування біомаси та продукування заданої речовини. Вплив комбінації спектра опромінення на метаболізм клітин та вихід продуктів. Типи фотореакторів та системи масообміну в них.  <i>Література: [4,7,8,10]</i></p>
7	<p><b>Вплив опромінення на метаболізм.</b> Дія опромінення (потужність, довжина хвиль, термін опромінення тощо) на процес вирощування біомаси та продукування заданої речовини. Підбір частот опромінення для інтенсифікації процесу біосинтезу або утилізації відходів.  <i>Література:[4]</i></p>
8	<p><b>Сумісна дія хімічних та фізичних факторів на метаболізм.</b> Якісний і кількісний вміст ліпідів у водоростях в залежності від дії хімічних та фізичних факторів. Методи аналізу вмісту ліпідів в водоростях. Розгляд механізмів одночасної дії декількох</p>

	елементів з концентрацією, поза оптимальних значень на вихід продукції, що пропонується у науковій роботі аспіранта.  <i>Література: [3,4,7,9,10]</i>
9	<b>Практичне заняття 9. Модульна контрольна робота</b>

### 6. Самостійна робота аспіранта

*Самостійна робота аспіранта по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (24 години), модульної контрольної (4 години), підготовка до екзамену (30 годин) та самостійне вивчення певних тем, перелік яких наводиться нижче (56 години).*

**При підготовці самостійних робіт в переліку літературних джерел не повинно бути російськомовних джерел.**

№ з/п	Назви тем і питань, що виноситься на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	Компоненти структур мікроорганізмів: ліпіди, жирні кислоти, каротиноїди, хлорофіли, вітаміни, вуглеводи. Специфічний склад клітин в залежності від класу мікроорганізмів. <i>Література: додаткова література та інформаційні джерела з переліку</i>	2  4
2	Підготувати пропозицію щодо можливих методів отримання продукту в вашій науковій роботі та запропонувати методики його аналізу. Провести аналіз недоліків та переваг запропонованих методів та методик. Підготувати презентацію <i>Література: додаткова література та інформаційні джерела з переліку</i>	14
3	Підготувати пропозицію щодо методів підвищення виходу продукту в вашій науковій роботі. Розглянути дію інгібіторів, які можуть утворюватись при біосинтезі продукту та використанні як поживного середовища відходів. Підготувати презентацію <i>Література: додаткова література та інформаційні джерела з переліку</i>	14
4	Підготувати обгрунтований механізм дії одночасно декількох елементів з концентрацією поза оптимальних значень на підвищення виходу продукції, що пропонується у вашій науковій роботі <i>Література: додаткова література та інформаційні джерела з переліку</i>	10
5	Проаналізувати вплив різних форм подачі карбону на вихід продукції, яку ви отримуєте в роботі <i>Література: додаткова література та інформаційні джерела з переліку</i>	4
6	Розглянути вплив різних класів органічних відходів на продукування цільового продукту	4



	<i>Література: додаткова література та інформаційні джерела з переліку</i>	
7	Розглянути зміну метаболізму асоціації мікроорганізмів при утилізації відходів в залежності від умов проведення процесу (зміна температури, рН, масообмінних процесів тощо) <i>Література: додаткова література та інформаційні джерела з переліку</i>	4

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Політика щодо дедлайнів та перескладання:** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання тем (модулів) відбувається за наявності поважних причин.

**Політика та принципи академічної доброчесності** визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>. Використання додаткових джерел інформації під час оцінювання знань заборонено (у т.ч. мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та виконання розрахунків.

**Норми етичної поведінки:** Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>. У разі виявлення проявів академічної доброчесності при виконанні завдань оцінка не виставляється, а пропонується переробити роботу в двотижневий термін, у разі іспиту студент відправляється на перездачу.

**Політика щодо відвідування:** Відвідування лекцій, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для формування компетентностей, визначених стандартом освіти. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватися в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** опитування за темою практичного заняття (10 балів), МКР (20 балів), презентацію за темами, винесеними за СРС (20 балів). Загальна сума балів за семестрову роботу – 50 балів. Докладніша інформація щодо поточного контролю та критеріїв оцінювання наведена в PCO з дисципліни. (Додаток 1)

**Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** екзамен. Загальна сума балів на екзамені – 50 балів. Докладніша інформація щодо проведення та оцінювання наведена в PCO з дисципліни.

**Умови допуску до семестрового контролю:** семестровий рейтинг від 30 до 50 балів, написання МКР та презентація за однією з тем, винесеною за СРС.



## Додаток 1

**Рейтингова система оцінки успішності студентів**  
з дисципліни “Керований синтез метаболітів” для спеціальності 162 Біотехнології та  
біоінженерія  
Факультету біотехнології і біотехніки  
(третій рівень доктор філософії, денна форма навчання)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Семинарські	Лаб. Роботи	СРС	МКР	реферат	Семес. атестац.
4	5	150	18	18		114	1		іспит

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

1. Відповіді на семінарському занятті;
2. контрольної роботи;
3. презентації за темою самостійної роботи;
4. відповідь на екзамені

### Система рейтингових (вагових) балів занять і рейтингових оцінок по видах контролю за рік

№ п/п	Вид контролю	Бал	Кількість	Сума балів
	Семинарські заняття			
	- ваговий бал $\Gamma_k$	5	2	10
	Відповідь	0-5		
2.	Модульна контрольна робота			
	-ваговий бал $\Gamma_k$	20	1	20
	- якість виконання**	0-20		
3.	Презентація за темою СРС			
	- якість виконання	0-10		
	- ваговий бал	10	2	20
4	Всього			50

**\* - Відповідь на семінарських заняттях:**

правильно запропоноване рішення та його обґрунтування – 5 бал;

повна відповідь на поставлені запитання з деякими недоліками

- 4 бали;

неповна відповідь

- 3 бали;

незадовільна відповідь

- 0-2 балів.

**\*\* - Якість виконання модульних контрольних робіт:**

повна розкрита відповідь

-19-20 балів ;

помилка в одному завданні або неповна відповідь в двох завданнях

-16-18 балів ;

помилка в двох завдань або неповна відповідь в 4 завданнях

- 12-15 балів;

робота не зарахована

- 0 – 11 балів.

**\*\*\*Якість виконання самостійної роботи:**

Відображено обґрунтовано пропозиції

-10 балів ;

Невраховано деякі критерії (2)

-8-9 балів ;

Допуще помилки в обґрунтуванні та невраховано критерії (3)

-6-7 балів;

робота не зарахована

- 0 – 5 балів.

### Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 20+20+10 = 50 \text{ балів:}$$

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 50% від R, а саме:

$$R_e = R_c \cdot 0.5/0.5 = 50;$$

Рейтингова шкала з дисципліни складає  $R = R_c + R_e$

100 балів;

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування усіх презентацій самостійної роботи, виконання на позитивну оцінку модульної контрольної роботи. Стартовий рейтинг  $r_c$  не менше 60% від  $R_c$ , тобто 30 балів.

Рубіжні (планові атестації). Студент повинен набрати балів:: 1 атестація – «зараховано» - 12 балів ( 24 – максимум), 2 атестація – 21 балів (42 – максимум).

Екзаменаційний білет складається з 5 питань, 1 питання оцінюється у 10 балів.

Повна відповідь на питання – (9-10) балів

Зроблені незначні помилки – (7-8) балів

Суттєві помилки у відповіді – (6) балів

Відповіді не вірні – (0-5) бали.

Загальний рейтинг:

Рейтинг	Оцінка ESTS	Традиційна оцінка
$95 \leq R < 100$	A	Відмінно
$85 \leq R < 95$	B	Добре
$75 \leq R < 85$	C	Добре
$65 \leq R < 75$	D	Задовільно
$60 \leq R < 65$	E	Задовільно
$R < 60$	Fx	Незадовільно

### Питання до іспиту

1. Середовища для культивування мікроорганізмів, вплив поживних речовин на метаболізм.
2. Взаємозв'язок елементів живлення з метаболічними процесами у мікроорганізмів різних класів.
3. Взаємозв'язок форми поживних речовин з метаболічними процесами у мікроорганізмів різних класів.
4. Вплив кількості поживних речовин (сполуки карбону, фосфору, нітрогену) на приріст мікроорганізмів.
5. Зміна метаболізму при зміні поживного середовища.
6. Вплив кількості поживних речовин (сполуки мікроелементів) на приріст мікроорганізмів.
7. Зміна метаболізму мікроорганізмів при зміні поживного середовища.
8. Вплив поживних речовин на якісний та кількісний склад ліпідів у мікроводорості *Chlorella vulgaris*.
9. Вплив поживних речовин на вихід метаболітів.
10. Підвищення виходу метаболітів в залежності від форми сполук поживних речовин.
11. Вплив фізичних та хімічних факторів (освітлення, температура, опромінення, рН) на приріст біомаси та зміну метаболізму водоростей.
12. Зміна якісного та кількісного складу ліпідів.
13. Зміна складу каратиноїдів у фототрофних мікроорганізмів під дією освітлення різними довжинами хвиль.
14. Методи виділення, очищення та аналізу ліпідних фракцій з водоростей (різні види хроматографії).
15. Одержання водневого палива за використання водоростей.
16. Умови продукування водню водоростями.
17. Методи підвищення виходу водню.

18. Методи одержання різних продуктів (вітамінів, антибіотиків тощо) за використання мікроводоростей.
19. Використання водоростей у сільському господарстві.
20. Вплив опромінення на метаболізм мікроорганізмів.
21. Методи підвищення виходу цільового продукту.
22. Поєднання дії фізичних та хімічних факторів на метаболізм мікроорганізмів.
23. Аналіз виходу продукту в залежності від стресової дії.
24. Зміна метаболізму під одночасною дією декількох змінних параметрів.

### **Питання на модульну контрольну роботу**

1. Середовища для культивування. Особливості використання різних джерел карбону.
2. Взаємозв'язок елементів живлення з метаболічними процесами у мікроводоростей різних класів.
3. Сполуки нітрогену як елемента живлення. Порівняльна характеристика. Зміна метаболізму при зміні концентрації сполук нітрогену у поживному середовищі.
4. Вплив сполук неметалів на розвиток мікроорганізмів та їх метаболізм
5. Вплив сполук металів на метаболізм та приріст мікроорганізмів.
6. Вплив надлишкової кількості елементів на вихід цільового продукту.
7. Вплив поживних речовин на якісний та кількісний склад ліпідів у мікроводорості *Chlorella vulgaris*.
8. Вплив фізичних факторів (освітлення, температура, опромінення) на приріст біомаси та корисних речовин у мікроорганізмів
9. Вплив фізичних факторів (освітлення, температура, опромінення) на зміну метаболізму водоростей.
10. Вплив фізичних факторів на зміну якісного та кількісного складу ліпідів.
11. Методи виділення, очищення та аналізу цільових продуктів (різні види хроматографії).
12. Особливості одержання біодизельного пального за використання мікроводоростей як сировини.
13. Методи одержання різних продуктів (вітамінів, антибіотиків тощо) за використання
14. Вплив рН середовища на приріст біомаси та метаболізм водоростей.
15. Використання водоростей у сільському господарстві.
16. Зміна метаболізму під одночасною дією фізичних та хімічних факторів.
17. Критерії визначення раціональних параметрів процесу для отримання максимального виходу продукту

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доктором техн. наук, зав. кафедри Голуб Наталією Борисівною

**Ухвалено** кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології  
(протокол №14 від 27.05.2024 р.).

**Погоджено** методичною комісією факультету (протокол № 19 від 28.06.24 р.).