

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра фізіології, біохімії рослин та біоенергетики

**«ЗАТВЕРДЖЕНО»**

Факультет захисту рослин, біотехнологій  
та екології

«21» травня 2026 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ОСНОВИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

галузь знань G Інженерія, виробництво та будівництво

спеціальність G 21 Біотехнології та біоінженерія

освітня програма «Екологічна біотехнологія та біоенергетика»

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробники: *Прилуцька Світлана Володимирівна*, д.б.н., завідувач кафедри  
фізіології, біохімії рослин та біоенергетики, професор

*Ткаченко Тетяна Анатоліївна*, к.б.н., доцент кафедри фізіології, біохімії рослин та  
біоенергетики, доцент

Київ – 2026 р.

## Опис навчальної дисципліни «Біоенергетичні основи біотехнологічних процесів»

Дисципліна вивчає молекулярні основи утворення та використання енергії, молекулярні форми її акумулювання в живих організмах на клітинному рівні. Енергетичний обмін в живих системах може бути описаний першим законом термодинаміки, а саме під час реалізації різноманітних біохімічних реакцій загальна кількість енергії залишається сталою. Дисципліна спрямована на формування визначених освітньо-науковою програмою професійних компетентностей та можливостей для застосування у професійній діяльності теоретичних знань про біоенергетичні процеси на клітинному рівні, як основу життєдіяльності живих організмів; провідну роль мітохондрій та хлоропластів в забезпеченні та утворенні енергії в клітинах; метаболічні і біоенергетичні процеси, що забезпечують клітинне дихання, окисне фосфорилування та утворення енергії, що є базисом біоенергетичних основ біотехнологічних процесів.

<b>Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь</b>		
Освітній ступінь	Магістр	
Спеціальність	G 21 Біотехнології та біоінженерія	
Освітня програма	Екологічна біотехнологія та біоенергетика	
<b>Характеристика навчальної дисципліни</b>		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (за наявності)	–	
Форма контролю	<i>Екзамен</i>	
<b>Показники навчальної дисципліни для денної форми навчання</b>		
	денна форма здобуття вищої освіти	заочна форма здобуття вищої освіти
Курс (рік підготовки)	1	-
Семестр	2	-
Лекційні заняття	<i>15 год.</i>	-
Практичні заняття	<i>30 год.</i>	-
Самостійна робота	<i>75 год.</i>	-
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми здобуття вищої освіти	<i>3 год.</i>	-

### 1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою дисципліни «Біоенергетичні основи біотехнологічних процесів» є вивчення молекулярних основ утворення, акумуляції та використання енергії, закономірностей протікання різних метаболічних шляхів та їх взаємозв'язків на

різних рівнях організації живої матерії, теоретичних засад визначення рівня та ефективності енерготрансформації у клітині та у біотехнологічних системах відновлювальної енергетики.

***Набуття компетентностей:***

*Інтегральна компетентність (ІК):* Здатність розв’язувати складні задачі і проблеми у біотехнології, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інноваційних біотехнологічних науково-технічних розробок, характеризується невизначеністю умов і вимог.

*Загальні компетентності (ЗК):*

**ЗК 10.** Здатність розробляти та реалізовувати комерційні та науково-технічні плани і проекти в галузі біотехнології з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, включаючи технічні, виробничі, експлуатаційні, комерційні, правові, питання охорони праці і навколишнього середовища.

*Спеціальні (фахові) компетентності (СК):*

**СК 17.** Здатність обґрунтовувати, реалізовувати та оптимізувати проектно-конструкторські рішення в галузі біотехнології.

***Програмні результати навчання (ПРН):***

**ПРН 3.** Здійснювати техніко-економічні розрахунки проектно-конструкторських рішень та аналізувати та оцінювати їх ефективність, екологічні та соціальні наслідки на коротко- та довгострокову перспективу.

**ПРН 13.** Формулювати і оцінювати вимоги, обґрунтувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов біотехнологічного виробництва з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.

**2. Програма та структура навчальної дисципліни**

Тема	Кількість годин				
	денна форма здобуття вищої освіти				
	тижні	усього	у тому числі		
			лекцій	практичних	самостійних
<b><i>Модуль 1. Основи біоенергетики клітини</i></b>					
1.1. Взаємозв’язок біоенергетики та біотехнології. Принципи і закони біоенергетики клітини. Сучасні методи біоенергетики та біотехнології	1-2	16	2	4	10
1.2. Транспорт речовин через біологічні мембрани. Анаболічні та катаболічні процеси. Ендерогонічні та екзерогонічні реакції.	3-4	16	2	4	10
1.3. Загальна характеристика та етапи клітинного дихання:		16	2	4	10

гліколіз; цикл Г. Кребса; електронтранспортний ланцюг мітохондрій. Коферменти (НАД <sup>+</sup> , ФАД, КоА).					
1.4. Окиснення жирних кислот. Хеміосмотична гіпотеза Мітчелла. Макроергічні сполуки. Структура і синтез АТФ.	5-6	16	2	4	10
Контроль за модулем 1	7	1		1	
Всього за модуль 1		65	8	17	40
<b>Модуль 2. Біоенергетичне забезпечення фізіологічних функцій. Фотосинтез.</b>					
2.1. Фотосинтез як основа біоенергетики. Фотосинтетичні пігменти. Фотосистеми. Фази фотосинтезу. С3-, С4- шляхи фіксації СО <sub>2</sub> , САМ-метаболізм. Фотодихання.	8-9	21	2	4	15
2.2. Особливості біоенергетики бактерій.	10-11	16	2	4	10
2.3. Енергетика руху. Біоенергетичні процеси міокарду та мозку. Речовини, які впливають на енергетичний обмін у клітинах	12-14	17	3	4	10
Контроль за модулем 2	15	1		1	-
Всього за модуль 2		55	7	13	35
<b>Всього</b>		<b>120 год</b>	<b>15 год</b>	<b>30 год</b>	<b>75 год</b>

### 3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Взаємозв'язок біоенергетики та біотехнології. Принципи і закони біоенергетики клітини. Сучасні методи біоенергетики та біотехнології	2
2	Транспорт речовин через біологічні мембрани. Анаболічні та катаболічні процеси. Ендерогонічні та екзерогонічні реакції.	2
3	Загальна характеристика та етапи клітинного дихання: гліколіз; цикл Г. Кребса; електронтранспортний ланцюг мітохондрій. Коферменти (НАД <sup>+</sup> , ФАД, КоА).	2
4	Окиснення жирних кислот. Хеміосмотична гіпотеза Мітчелла. Макроергічні сполуки. Структура і синтез АТФ	2

5	Фотосинтез як основа біоенергетики. Фотосинтетичні пігменти. Фотосистеми. Фази фотосинтезу. С3-, С4- шляхи фіксації CO <sub>2</sub> , САМ-метаболізм. Фотодихання. Штучний фотосинтез. Поняття фітоенергетичних рослин.	2
6	Особливості біоенергетики бактерій.	2
7	Енергетика руху. Біоенергетичні процеси міокарду та мозку. Речовини, які впливають на енергетичний обмін у клітинах.	3
<b>Всього</b>		<b>15</b>

#### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення стаціонарного стану термодинамічної системи та критеріїв його досягнення у біологічних системах	2
2	Ентальпія. Тепловий ефект біохімічної реакції	2
3	Вивчення принципів зв'язування лігандів з макромолекулами в біополімерах	2
4	Вивчення механізмів формування потенціалу спокою і потенціал дії на клітинній мембрані	2
5	Маркерні ензими плазматичної мембрани та ендомембран	2
6	Макроергічні сполуки	2
7	Вивчення шляхів активування та інгібування ферментів	2
8	Глюкоза як ключовий метаболіт обміну вуглеводів	2
9	Вивчення механізмів регуляції циклу трикарбонових кислот	2
10	Енергетичний обмін. Окисне фосфорилування	2
11	Кількісне визначення пігментів листка	2
12	Дослідження ферментів дихання рослин	2
13	Дослідження основних компонентів антиоксидантної системи рослин	2
14	Застосування іммобілізованих ферментів та клітин у біотехнологічних процесах	2
15	Вивчення хімізму м'язового скорочення	2
<b>Всього</b>		<b>30</b>

#### 5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Біологічний матеріал (тканини, клітини). Виділення субклітинних фракцій	4
2	Методи виділення, очистки та розділення білків	4
3	Якісна та кількісна оцінка хімічного складу біомолекул	4
4	Ферменти. Маркерні ферменти біологічних мембран	4
5	Ферментативні реакції у клітині	4
6	Оксидазний, пероксидазний, оксигеназний і вільнорадикальний шлях використання кисню в	4

	організмі	
7	Енергетичний баланс катаболізму вуглеводів	4
8	Глюконеогенез	4
9	Внутрішньоклітинний обмін ліпідів: перетворення гліцеролу	4
10	Загальні шляхи обміну амінокислот: ферменти, коферменти та механізми дезамінування, трансамінування та декарбоксілювання	4
11	Утворення нуклеотидних коферментів	4
12	Принципи реалізації генетичної інформації: біосинтез нуклеїнових кислот і білків. Експресія генів	4
13	Механізми регуляції клітинної загибелі й виживання клітин	4
14	Іони $\text{Na}^+$ і регуляція внутрішньоклітинного рН	4
15	Бактеріальні $\text{Na}^+$ -АТФ-ази. $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -АТФ-аза і $\text{Na}^+$ -АТФ-аза тварин	4
16	Біохімічні процеси у рослин в період спокою	5
17	Роль креатину та креатинфосфату у скороченні м'язів	6
18	Мікробіологічний метод отримання ензимів	5
<b>Всього</b>		<b>75</b>

## 6. Методи та засоби діагностики результатів навчання

- екзамен;
- модульні тести;
- усне та письмове опитування;
- захист практичних робіт;
- реферати;
- пірінгове оцінювання, самооцінювання.

## 7. Методи навчання:

- метод проблемного навчання;
- метод практико-орієнтованого навчання;
- метод навчання через дослідження;
- метод навчальних дискусій та дебатів;
- метод командної роботи;

## 8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

### 8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
<b>Модуль 1. Основи біоенергетики клітини</b>		
Практична робота 1.	ПРН 3; ПРН 13.	7
Практична робота 2.		7

Практична робота 3.		7
Практична робота 4.		7
Практична робота 5.		7
Практична робота 6.		7
Практична робота 7.		7
Самостійна робота		21
Модульна контрольна робота 1.		<b>30</b>
<b>Всього за модулем 1</b>		<b>100</b>
<b>Модуль 2. Біоенергетичне забезпечення фізіологічних функцій. Фотосинтез</b>		
Практична робота 8.	ПРН 3; ПРН 13.	5
Практична робота 9.		5
Практична робота 10.		5
Практична робота 11.		5
Практична робота 12.		5
Практична робота 13.		5
Практична робота 14.		5
Практична робота 15.		5
Самостійна робота		30
Модульна контрольна робота 2.		<b>30</b>
<b>Всього за модулем 2</b>		<b>100</b>
<b>Навчальна робота</b>	<b><math>(M1 + M2)/2 * 0,7 \leq 70</math></b>	
<b>Екзамен/залік</b>	<b>30</b>	
<b>Всього за курс</b>	<b><math>(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100</math></b>	

## 8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

## 8.3. Політика оцінювання

<b>Політика щодо дедлайнів та перескладання</b>	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
<b>Політика щодо академічної доброчесності</b>	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
<b>Політика щодо відвідування</b>	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

## 9. Навчально-методичне забезпечення:

- електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/section.php?id=45687>)
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної форми здобуття вищої освіти;

## 10. Рекомендовані джерела інформації

Губський Ю.І. Біологічна хімія / Ю.І. Губський. – Київ; Вінниця: Нова книга, 2009.

Гонський Я.І. Біологічна хімія: Лабораторний практикум. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001.

Бабський А., Іккерт О, Манько В. Основи біоенергетики : підручник [для студ. вищ. навч. закл.] – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 312 с.

Гребеник, Л.І. Курс лекцій з біохімії. Розділ "Загальні закономірності метаболізму. Молекулярні основи біоенергетики" : для студ. спец. 7.110101 денної форми навчання / Л.І. Гребеник, І.Ю. Висоцький. - Суми : СумДУ, 2011. - 74 с.

Галяс В. Л. Біохімічний і біотехнологічний словник / В. Л. Галяс, А. Г. Колотницький. — Львів : Оріяна, 2006. 468 с.

Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошніченко М.С., Шуба М.Ф. Біофізика. – Київ: Видавництво «ВПЦ Київський університет», 2008. – 567 с.

Мусієнко М. М. Фотосинтез: навч. посібник для студ. вузів, що вивч. дисципліну «Фотосинтез» / М. М. Мусієнко. - К. : Вища шк., 1995. - 247 с.

Yang, X., Heinemann, M., Howard, J., Huber, G., Iyer-Biswas, S., Le Treut, G., Lynch, M., Montooth, K. L., Needleman, D. J., Pigolotti, S., Rodenfels, J., Ronceray, P., Shankar, S., Tavassoly, I., Thutupalli, S., Titov, D. V., Wang, J., & Foster, P. J. (2021). Physical bioenergetics: Energy fluxes, budgets, and constraints in cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(26), e2026786118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2026786118>

Nicholls, David G. Bioenergetics. Fourth edition. Amsterdam : Academic Press, Elsevier, 2013 9780123884251 (DLC) 2013474202 (OCoLC)828415543

### Інформаційні ресурси

<http://www.twirpx.com/>

[http://elibrary.nubip.edu.ua/view/subjects/NC15\\_1\\_1.html](http://elibrary.nubip.edu.ua/view/subjects/NC15_1_1.html)