

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»

Кафедра біомедицини

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник директора
з науково-педагогічної роботи
Галина ГРАБЧУК
«24» березня 2021 року
Григорук 29

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Регуляція метаболізму

(повна назва дисципліни)

для студентів

галузь знань **09 Біологія**
(шифр і назва)

спеціальність **091 Біологія**
(шифр і назва спеціальності)

освітній рівень **бакалавр**
(молодший бакалавр, бакалавр, магістр)

освітня програма **Біологія (високі технології)**
(назва освітньої програми)

вибірковий блок **Нанотехнології в біології**

вид дисципліни **вільного вибору студента**

Форма навчання	<u>Денна</u>
Навчальний рік	<u>2021-2022</u>
Семестр	<u>5</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>4</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>залік</u>

Викладачі: Компанець І.В., к.б.н., доцент кафедри біомедицини

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2021

Розробник: Компанець І.В., к.б.н., доцент кафедри біомедицини

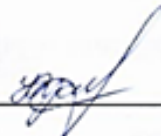
«ЗАТВЕРДЖЕНО»
Завідувач кафедри молекулярної біотехнології та
біоінформатики


Олексій НИПОРКО

Протокол № 4 від 05 лютого 2021р.

Схвалено науково - методичною комісією
«Інституту високих технологій»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від 05 03 2021 року № 3

Голова науково-методичної комісії  (Русінчук Н.М.)

05 03 2021 року

1. Мета дисципліни – формування у студентів загальних знань та вмій щодо принципів регуляції метаболізму на різних рівнях організації: від організму в цілому (нейрогуморальна регуляція), на рівні тканин, клітин та окремих біохімічних шляхів, на рівні геному та транскриптому. Під час семінарських занять студенти закріплюють знання щодо процесів інтеграції метаболічних шляхів та їх взаємозв'язку з експресією генів та нейрогуморальними механізмами.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Успішне опанування навчальних дисциплін «Фізіологія та анатомія людини і тварини», «Біохімія», «Молекулярна біологія», «Генетика», «Біотехнологія», «Механізми міжклітинних комунікацій», «Імунологія»;

2. Вміння застосовувати знання та навички, набуті під час опанування біохімії, імунології, молекулярної біології, генетики, біотехнології, імунології, знати засади сучасних методів біологічних досліджень;

3. Володіння методами пошук та аналіз наукової літератури.

3. Анотація навчальної дисципліни:

«Регуляція метаболізму» – це дисципліна, яка вивчає механізми, за якими реалізується координація процесів обміну речовин на рівні від організму до тканин, клітин та їх генетичного апарату. Розглядаються взаємозв'язки між різними метаболічними шляхами та їх контроль з боку нейроендокринної системи. Висвітлюються молекулярні механізми дії гормонів та принципи нейрогуморальної трансмісії. Надається інформація про регуляторні пептиди організму, та, зокрема, нейропептиди. Приділено увагу біохімічній регуляції тканино-специфічного метаболізму та ролі внутрішньоклітинної сигналізації у клітинному метаболізмі.

Представлено сучасні дані щодо метаболічної регуляції на рівні геному і транскриптому - регуляції експресії генів за участю транскрипційних факторів та механізмам епігенетичної регуляції (метилування DNA, ремоделювання хроматину шляхом метилування, ацетилювання гістонів, модифікації негістонових білків хроматину). Наведено дані щодо сайленсингу генів (siRNAs), ролі мікро-RNA, довгих некодуючих RNAs та PIWI-взаємодіючих RNAs у регуляції генної експресії, а також регуляції трансляції.

Знання, засвоєні під час вивчення даної дисципліни, є необхідними фахівцям, які спеціалізуються у напрямку біології, біотехнології та біоінформатики і працюють у галузі наукових досліджень та виробництва.

4. Завдання (навчальні цілі):

Сформувати у здобувача освіти

1. чітке уявлення про теоретичні засади метаболічної регуляції, яка реалізується на різних рівнях: від організму до органів і тканин, до клітин та їх генетичного апарату;
2. знання про механізми регуляції експресії генів на рівні геному і транскриптому;

3. вміння та практичні навички щодо систематизації та узагальнення сучасних наукових даних про механізми метаболічної регуляції та їх застосування і наукових дослідженнях та біотехнологічному виробництві.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (перший (бакалаврський) рівень вищої освіти (шостий рівень НРК України), галузь знань 09 «Біологія», спеціальність 091 «Біологія») дисципліна забезпечує набуття студентами наступних *компетентностей*:

інтегральна

- Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі біології і на межі предметних галузей при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування законів, теорій та методів біологічної науки, фізики, хімії, використання навичок програмування, проведення досліджень та/або здійснення інновацій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог

загальних:

- ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК04. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК05. Здатність спілкуватися державною мовою як усно так і письмово.

спеціальних (фахових, предметних):

- СК02. Здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей.
- СК03. Здатність досліджувати різні рівні організації живого, біологічні явища і процеси.
- СК04. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах.
- СК05. Здатність до критичного осмислення новітніх розробок у галузі біології і професійній діяльності

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
	Знати			
1.1.	Принципи нейрогуморальної регуляції та нейрогуморальної трансмісії, роль регуляторних пептидів	Лекція Семінарське заняття Самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей, презентації / доповіді, поточних контрольних робіт	10

1.2.	Механізми метаболічної регуляції на тканинному, клітинному і молекулярному рівнях;	Лекція Семинарське заняття Самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей, презентації / доповіді, поточних контрольних робіт	20
1.3.	Процеси регуляції метаболізму шляхом зміни експресії генів (рівні геному і транскриптому);	Лекція Семинарське заняття Самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей, презентації / доповіді, поточних контрольних робіт	10
Вміти				
2.1.	Виявляти закономірності регуляції метаболізму на рівні цілого організму, органів і тканин, окремих клітин, а також геному і транскриптому;	Лекція Семинарське заняття Самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей, презентації / доповіді, поточних контрольних робіт	20
2.2.	Аналізувати та інтерпретувати експериментальні дані наукової літератури	Лекція Семинарське заняття Самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей, презентації / доповіді, поточних контрольних робіт	10
2.3.	Застосовуючи теоретичні знання щодо процесів регуляції метаболізму, розробляти стратегії вивчення нових механізмів, обираючи найбільш адекватні методи дослідження;	Лекція Семинарське заняття Самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей, презентації / доповіді,	20

			поточних контрольних робіт	
	Комунікація			
3.1.	Вміти працювати в групі, обґрунтовуючи необхідність проведення імунолабораторного обстеження пацієнта з алергією та оцінюючи дані при виборі відповідних методів у різних клінічних ситуаціях.	Лекція, Семінарське заняття Самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей, презентації / доповіді, поточних контрольних робіт	10

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1
Програмні результати навчання (назва)							
Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних наук і на межі предметних галузей	+	+	+			+	+
Розуміти структурну організацію біологічних систем на молекулярному рівні.	+		+	+	+	+	+
Демонструвати знання будови, процесів життєдіяльності та функцій живих організмів, розуміти механізми регуляції фізіологічних функцій для підтримання гомеостазу біологічних систем.		+	+	+	+	+	+
Знати механізми збереження, реалізації та передачі генетичної інформації та їхнє значення в еволюційних процесах	+	+	+			+	
Застосовувати у практичній діяльності методи визначення структурних та функціональних характеристик біологічних систем на різних рівнях організації.			+		+	+	+
Застосовувати та модифікувати сучасні біотехнології для вирішення актуальних біологічних проблем							

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 – РН 1.1 – 2.3 (блок Розділу 1) – 20 балів/ 10 балів
2. Модульна контрольна робота 2 – РН 1.1 – 2.3 (блок Розділу 2) – 20 балів/ 10 балів
3. Модульна контрольна робота 3 – РН 1.1 – 2.3 (блок Розділу 2) – 20 балів/ 10 балів
4. Відповіді під час семінарських занять - РН 1.1 – 2.3 – 20 балів / 10 балів
3. Підготовка презентації / доповіді - РН 1.1-1.3, 2.1, 3.1, 4.1 –10 балів / 5 балів
4. Поточні контрольні роботи / усні відповіді - РН 1.1 – 2.3 – 10 балів / 5 балів

- підсумкове оцінювання: у формі заліку

Залік виставляється за сумою результатів всіх форм семестрового оцінювання за умови успішного виконання завдань 2 модульних контрольних робіт (по кожній не менше 50% правильних відповідей), успішного проміжного тестування (не менше 50% від максимально можливої кількості балів) та відпрацювання всіх семінарських та практичних занять». Позитивну оцінку «зараховано» студент отримує, якщо сума позитивно оцінених результатів навчання всіх форм семестрового оцінювання (не менше 50% максимально можливої кількості балів) дорівнює або перевищує 60 балів.

7.2 Організація оцінювання:

Поточні контрольні роботи проводяться упродовж лекційного курсу. Модульні контрольні роботи 1-3 проводяться після завершення лекцій з відповідних розділів робочої програми курсу. Оцінка усних відповідей проводиться під час семінарських занять. Оцінка доповідей, презентацій проводиться упродовж усього курсу.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни.**Тематичний план**

№ п/п	Назва тем	Кількість годин		
		лекції	лабораторні заняття	СР
1.	Розділ 1. <i>Метаболічна регуляція на рівні організму (нейрогуморальна регуляція)</i>			
2.	Тема 1. Гормональна регуляція та інтеграція метаболізму та нейрогуморальна трансмісія			
3.	Лекція 1. Молекулярні механізми дії гормонів (ендокринні, автокринні, паракринні), трансдукція сигналів гормонів у клітинах, ієрархія нейрональних та гормональних сигналів, гормональні каскади, нейроендокринне походження гормональних сигналів	4		
4.	Семінарське заняття 1. Сигналізування в нейроендокринній системі та нейрогуморальна трансмісія		2	
5.	Самостійна робота. Нейрогуморальна регуляція діяльності серця, шлунково-кишкового тракту та м'язевого скорочення			6
6.	Лекція 2. Нейрогуморальна трансмісія: передача нервових імпульсів за участю гормональних агентів (біогенних амінів, амінокислот, пептидів), нейромодулятори	2		
7.	Семінарське заняття 2. Механізми нейрогуморальної трансмісії		2	
8.	Самостійна робота. Методи визначення гормонів			6
9.	Тема 2. Регуляторні пептиди в інтеграції метаболізму			
10.	Лекція 3. Регуляторні пептиди та нейропептиди	2		
11.	Самостійна робота. Регуляторні пептиди як нейротрансмітери, нейромодулятори, гормони, фактори росту, цитокіни			6
12.	Модульна контрольна робота 1			
13.	Розділ 2. <i>Метаболічна регуляція на тканинному, клітинному і молекулярному рівнях</i>			
14.	Тема 3. Регуляція тканино-специфічного метаболізму			
15.	Лекція 4. Регуляція метаболізму вуглеводів, ліпідів та білків у печінці, жировій тканині та м'язах. Гормональна регуляція енергетичного метаболізму	4		
16.	Самостійна робота. Метаболічна взаємодія між скелетними м'язами та печінкою. Зміни регуляції метаболізму при ожирінні. Зміни метаболізму під час недостатнього харчування та голодування			6
17.	Лекція 5. Регуляція метаболізму за участю клітинних посередників - внутрішньоклітинна сигналізація, посттрансляційні модифікації білків, регуляція ферментного апарату клітини	4		

18.	Семінарське заняття 3. Регуляція метаболізму в клітинах і тканинах та внутрішньоклітинна сигналізація		2	
19.	Самостійна робота. Конкурентне та неконкурентне інгібування активності ферментів, інгібування за типом негативного зворотнього зв'язку, алостерична регуляція)			6
20.	Модульна контрольна робота 2			
21.	Розділ 3. Метаболічна регуляція на рівні геному і транскриптому (епігенетичні механізми регулювання роботи генів)			
22.	Тема 4. Транскрипційні фактори – зв'язок між експресією генів та клітинним сигналінгом			
23.	Лекція 6. Транскрипційні фактори як регулятори експресії генів, регуляція транскрипційних факторів шляхом посттрансляційних модифікацій, транскрипційні фактори та патерни експресії, ліганд-залежні транскрипційні фактори, транскрипційні фактори та miRNA	4		
24.	Семінарське заняття 4. Регуляція транскрипції		2	
25.	Самостійна робота. Транскрипційні фактори у таргетній терапії			6
26.	Тема 5. Механізми епігенетичної регуляції експресії генів			
27.	Лекція 7. Метилування, патерни метилування DNA, які регулює транскрипцію тканиноспецифічного гену, деметилування DNA	2		
28.	Семінарське заняття 5. Метилування DNA		2	6
29.	Самостійна робота. Метилування DNA у мозку – роль у підтримці когнітивних функцій			
30.	Лекція 8. Ремоделювання хроматину: посттрансляційні модифікації гістонів (метилування, ацетилювання/деацетилювання, убіквітування), HP1-залежна система репресії, модифікації негістонових білків хроматину	4		
31.	Самостійна робота. Комплекси ремоделювання хроматину. Епігеном циркулюючої безклітинної DNA як біомаркер захворювання			6
32.	Тема 6. Транскриптом, регуляція метаболізму на рівні РНК			
33.	Лекція 9. РНК-інтерференція як регуляція експресії генів, малі інтерферуючі RNA (siRNAs)	2		
34.	Семінарське заняття 6. Сайленсинг генів		2	
35.	Самостійна робота. siRNAs як інструмент для доставки генів			6
36.	Лекція 10. Мікро-RNA (miRNAs) – регуляція експресії генів на посттранскрипційному рівні	2		
37.	Семінарське заняття 7. Мікро-RNA		2	
38.	Самостійна робота. miRNAs як діагностичні біомаркери, пошук мішеней для miRNAs			6

39.	Лекція 11. Довгі некодуючі RNAs (lncRNAi) , PIWI-взаємодіючі RNAs (piRNAs) як регулятори експресії генів	2		
40.	Семінарське заняття 8. lncRNAi та piRNAs		2	
41.	Самостійна робота. Метильовання аденіну в RNAs як найбільш поширена модифікація, її роль у оновленні та диференціації стовбурових клітин, функціонуванні мозку, імунитеті та прогресуванні раку. Клітинні дволанцюгові RNAs, роль в активації імунної системи			6
42.	Тема 7. Регуляція трансляції			
43.	Лекція 12. Регуляція трансляції, участь miRNAs та сигнального шляху mTOR	2		
44.	Самостійна робота. Регуляція трансляції під впливом факторів росту та стресу			4
45.	Модульна контрольна робота 2			
	ВСЬОГО			

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – **34 год.**

Семінари – **16.**

Самостійна робота – **70 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основна: (Базова)

1. Eiden LE, Gundlach AL, Grinevich V, Lee MR, Mecawi AS, Chen D, Buijs RM, Hernandez VS, Fajardo-Dolci G, Zhang L. Regulatory peptides and systems biology: A new era of translational and reverse-translational neuroendocrinology. *J Neuroendocrinol.* 2020 May;32(5):e12844. doi: 10.1111/jne.12844. Epub 2020 Apr 19. PMID: 32307768.
2. Mohr AM, Mott JL. Overview of microRNA biology. *Semin Liver Dis.* 2015 Feb;35(1):3-11. doi: 10.1055/s-0034-1397344. Epub 2015 Jan 29. PMID: 25632930; PMCID: PMC4797991.
3. Молекулярна біологія : підручник / А.В. Сиволоб. – К. : Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2008. – 384 с.
4. Moore LD, Le T, Fan G. DNA methylation and its basic function. *Neuropsychopharmacology.* 2013 Jan;38(1):23-38. doi: 10.1038/npp.2012.112. Epub 2012 Jul 11. PMID: 22781841; PMCID: PMC3521964.
5. Creugny A, Fender A, Pfeffer S. Regulation of primary microRNA processing. *FEBS Lett.* 2018 Jun;592(12):1980-1996. doi: 10.1002/1873-3468.13067. Epub 2018 May 8. PMID: 29683487.
6. Dana H, Chalbatani GM, Mahmoodzadeh H, Karimloo R, Rezaiean O, Moradzadeh A, Mehmandoost N, Moazzen F, Mazraeh A, Marmari V, Ebrahimi M, Rashno MM, Abadi SJ, Gharagouzlo E. Molecular Mechanisms and Biological Functions of siRNA. *Int J Biomed Sci.* 2017 Jun;13(2):48-57. PMID: 28824341; PMCID: PMC5542916.
7. Weidemüller P, Kholmatov M, Petsalaki E, Zaugg JB. Transcription factors: Bridge between cell signaling and gene regulation. *Proteomics.* 2021 Dec;21(23-24):e2000034. doi: 10.1002/pmic.202000034. Epub 2021 Aug 9. PMID: 34314098.
8. Andergassen D, Rinn JL. From genotype to phenotype: genetics of mammalian long non-coding RNAs in vivo. *Nat Rev Genet.* 2022 Apr;23(4):229-243. doi: 10.1038/s41576-021-00427-8. Epub 2021 Nov 26. PMID: 34837040.
9. Ozata DM, Gainetdinov I, Zoch A, O'Carroll D, Zamore PD. PIWI-interacting RNAs: small RNAs with big functions. *Nat Rev Genet.* 2019 Feb;20(2):89-108. doi: 10.1038/s41576-018-0073-3. PMID: 30446728.
10. Statello L, Guo CJ, Chen LL, Huarte M. Gene regulation by long non-coding RNAs and its biological functions. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2021 Feb;22(2):96-118. doi: 10.1038/s41580-020-00315-9. Epub 2020 Dec 22. Erratum in: *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2021 Jan 8;; PMID: 33353982; PMCID: PMC7754182.
11. Hershey JW, Sonenberg N, Mathews MB. Principles of translational control: an overview. *Cold Spring Harb Perspect Biol.* 2012 Dec 1;4(12):a011528. doi: 10.1101/cshperspect.a011528. PMID: 23209153; PMCID: PMC3504442.

Додаткова:

1. Crown A, Clifton DK, Steiner RA. Neuropeptide signaling in the integration of metabolism and reproduction. *Neuroendocrinology.* 2007;86(3):175-82. doi: 10.1159/000109095. Epub 2007 Sep 26. PMID: 17898535.
2. Vaudry H, Tonon MC, Vaudry D. Editorial: Trends in Regulatory Peptides. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2018 Mar 26;9:125. doi: 10.3389/fendo.2018.00125. PMID: 29632516; PMCID: PMC5879090.
3. Youn HD. Methylation and demethylation of DNA and histones in chromatin: the most complicated epigenetic marker. *Exp Mol Med.* 2017 Apr 28;49(4):e321. doi: 10.1038/emm.2017.38. PMID: 28450735; PMCID: PMC6130215.
4. Zhang J, Jing L, Li M, He L, Guo Z. Regulation of histone arginine methylation/demethylation by methylase and demethylase (Review). *Mol Med Rep.* 2019 May;19(5):3963-3971. doi: 10.3892/mmr.2019.10111. Epub 2019 Apr 1. PMID: 30942418; PMCID: PMC6471501.
5. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки: В 3-х т. 2-е изд., перераб. М75 и доп. Т. 1. Пер. с англ.-М.: Мир, 1994.-517 с.
6. Mitsis, T., Efthimiadou, A., Vasopoulou, F., Vlachakis, D., Chrousos, G.P., & Eliopoulos, E. (2020). Transcription factors and evolution: An integral part of gene expression (Review). *World Academy of Sciences Journal*, 2, 3-8. <https://doi.org/10.3892/wasj.2020.32>
7. Boulias K, Greer EL. Biological roles of adenine methylation in RNA. *Nat Rev Genet.* 2022 Oct 19. doi: 10.1038/s41576-022-00534-0. Epub ahead of print. PMID: 36261710.

8. Berezikov E. Evolution of microRNA diversity and regulation in animals. *Nat Rev Genet.* 2011 Nov 18;12(12):846-60. doi: 10.1038/nrg3079. PMID: 22094948.
9. Guttman M, Rinn JL. Modular regulatory principles of large non-coding RNAs. *Nature.* 2012 Feb 15;482(7385):339-46. doi: 10.1038/nature10887. PMID: 22337053; PMCID: PMC4197003.
10. Chen J, Xue Y. Emerging roles of non-coding RNAs in epigenetic regulation. *Sci China Life Sci.* 2016 Mar;59(3):227-35. doi: 10.1007/s11427-016-5010-0. Epub 2016 Jan 29. PMID: 26825947.
11. Ma XM, Blenis J. Molecular mechanisms of mTOR-mediated translational control. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2009 May;10(5):307-18. doi: 10.1038/nrm2672. Epub 2009 Apr 2. PMID: 19339977.
12. Gebauer F, Hentze MW. Molecular mechanisms of translational control. *Nat Rev Mol Cell Biol.* 2004 Oct;5(10):827-35. doi: 10.1038/nrm1488. PMID: 15459663; PMCID: PMC7097087.
13. Zukowski A, Rao S, Ramachandran S. Phenotypes from cell-free DNA. *Open Biol.* 2020 Sep;10(9):200119. doi: 10.1098/rsob.200119. Epub 2020 Sep 2. PMID: 32873154; PMCID: PMC7536073.

Додаткові ресурси:

1. <https://www.whatisepigenetics.com>
2. <https://www.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation>
3. <https://www.biologydiscussion.com/>
4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>