

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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ННІБХБ

Руслан БЕСПАЛЬКО

« 9 » серпня 2024 року



РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

Епігенетика та механізми експресії генів
обов'язкова

Освітньо-професійна програма	<u>Біологія</u>
Спеціальність	<u>091 Біологія та біохімія</u>
Галузь знань	<u>09 Біологія</u>
Рівень вищої освіти	<u>другий (магістерський)</u>
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів	
Мова навчання	українська

Чернівці 2024 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Епігенетика та механізми експресії генів» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Біологія», затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 7, від 29.04.2024).

Розробник: Волков Роман Анатолійович, завідувач кафедри молекулярної генетики та біотехнології, доктор біологічних наук, професор

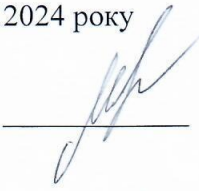
Погоджено з гарантом ОП і затверджено на засіданні кафедри молекулярної генетики та біотехнології

Протокол № 1 від « 8 » серпня 2024 року

Завідувач кафедри  Волков Р.А.

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту

Протокол № 1 від « 9 » серпня 2024 року

Голова методичної ради ННІБХБ  Москалик Г.Г.

1. Мета навчальної дисципліни: сформувати у студентів уявлення про структурно-функціональний взаємозв'язок основних класів біомолекул, пластичність шляхів регуляції та реалізації генетичної інформації, механізми епігенетичного контролю експресії генів, комплексні механізми регуляції складних процесів на рівні клітини і цілого організму. У курсі висвітлюються основні сучасні знання з регуляції експресії генів у еукаріотичних організмів. Вивчаються механізми передачі зовнішніх та внутрішньоклітинних сигналів, які активують або інгібують транскрипцію генів. Розглядаються регуляторні каскади, що відповідають за найважливіші процеси життєдіяльності клітин, такі як клітинний поділ, апоптоз та ін. Значна увага приділяється епігенетичним модифікаціям хроматину та некодуючим регуляторним РНК як інструментам, які впливають на реалізацію генетичної інформації.

2. Результати навчання

В результаті навчання у здобувачів формуються наступні компетентності:

ІК Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

ЗК1. Здатність працювати у міжнародному контексті.

ЗК2. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК3. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК4. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).

ЗК5. Здатність розробляти та керувати проектами.

ЗК6. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

СК1. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності.

СК2. Здатність формувати задачі моделювання, створювати моделі об'єктів і процесів на прикладі різних рівнів організації живого із використанням математичних методів й інформаційних технологій.

СК3. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.

СК4. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.

СК5. Здатність планувати і виконувати експериментальні роботи з використанням сучасних методів та обладнання.

СК7. Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації

СК8. Здатність презентувати та обговорювати результати наукових і прикладних досліджень, готувати наукові публікації, брати участь у наукових конференціях та інших заходах.

СК9. Здатність застосовувати законодавство про авторське право для потреб практичної діяльності.

СК10. Здатність використовувати результати наукового пошуку в практичній діяльності.

СК12. Здатність застосовувати молекулярно-генетичні підходи у дослідженні живих організмів.

СК14. Здатність використовувати на практиці знання методів популяційного моніторингу та охорони популяцій представників рослинного та тваринного світу.

СК15. Здатність застосовувати знання щодо молекулярно-біохімічних основ пристосування до певних середовищ існування та еколого-еволюційних механізмів їх становлення у філогенезі окремих груп тварин та рослин.

У результаті навчання формуються наступні програмні результати:

ПР1. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для спілкування з професійних питань та презентації результатів власних досліджень.

ПР2. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації.

- ПР3. Здійснювати злагоджену роботу на результат у колективі з урахуванням суспільних, державних і виробничих інтересів.
- ПР4. Розв'язувати складні задачі в галузі біології, генерувати та оцінювати ідеї.
- ПР5. Аналізувати та оцінювати вплив досягнень біології на розвиток суспільства.
- ПР6. Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярному, клітинному, організменному, популяційно-видовому та біосферному рівнях з точки зору фундаментальних загальнонаукових знань, а також за використання спеціальних сучасних методів досліджень.
- ПР7. Описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізмів регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників.
- ПР8. Застосовувати під час проведення досліджень знання особливостей розвитку сучасної біологічної науки, основні методологічні принципи наукового дослідження, методологічний і методичний інструментарій проведення наукових досліджень за спеціалізацією.
- ПР9. Планувати наукові дослідження, обирати ефективні методи дослідження та їх матеріальне забезпечення.
- ПР10. Представляти результати наукової роботи письмово (у вигляді звіту, наукових публікацій тощо) та усно (у формі доповідей та захисту звіту) з використанням сучасних технологій, аргументувати свою позицію в науковій дискусії.
- ПР11. Проводити статистичну обробку, аналіз та узагальнення отриманих експериментальних даних із використанням програмних засобів та сучасних інформаційних технологій.
- ПР12. Використовувати інноваційні підходи для розв'язання складних задач біології за невизначених умов і вимог.
- ПР 13. Дотримуватися основних правил біологічної етики, біобезпеки, біозахисту, оцінювати ризики застосування новітніх біологічних, біотехнологічних і медико-біологічних методів та технологій, визначати потенційно небезпечні організми чи виробничі процеси, що можуть створювати загрозу виникнення надзвичайних ситуацій.
- ПР14. Дотримуватись норм академічної доброчесності під час навчання та провадження наукової діяльності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності.
- ПР15. Уміти самостійно планувати і виконувати інноваційне завдання та формулювати висновки за його результатами.
- ПР16. Критично осмислювати теорії, принципи, методи з різних галузей біології для вирішення практичних задач і проблем.
- ПР17. Розуміти шляхи вирішення професійних завдань, пов'язаних із забезпеченням життя, здоров'я та працездатності у професійній діяльності.
- ПР18. Застосувати теоретичні знання для вирішення проблем охорони навколишнього середовища та збалансованого природокористування.
- ПР19. Володіти методами і прийомами оцінки змін на різних рівнях організації біологічних систем за дії факторів середовища, включно з природними та соціальними стресорами.
- ПР20. Самостійно розв'язувати питання професійної діяльності, пов'язаної з вирішенням дослідницьких та інноваційних завдань.
- ПР21. Застосувати теоретичні положення для пояснення генетичних особливостей рослин різних таксономічних груп.

Студент повинен **знати**:

- специфіку регуляції експресії генів на різних рівнях;
- організацію та механізми функціонування ферментативних систем, які забезпечують збереження та реалізацію генетичного матеріалу;
- епігенетичний контроль реалізації генетичної інформації.
- особливості механізмів успадкування епігенетичних детермінант.

Студент повинен **вміти**:

- Використовувати набуті знання для аналізу особливостей просторово-часової експресії різних груп генів.

- Інтерпретувати дані, отримані за допомогою методів, які використовуються для визначення експресії генів.

3. Опис навчальної дисципліни

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекцій	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	5	10	3	90	10	-	12	-	68	-	залік

3.1. Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	сем	інд	с.р.		л	п	сем	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Теми	Змістовий модуль 1. Механізми регуляції експресії генів											
Тема 1. Регуляція експресії на рівні транскрипції та трансляції.	22	-		4		18						
Тема 2. Передача сигналів та регуляція активності генів.	23	3		4		16						
Разом за змістовим модулем 1												
Теми	Змістовий модуль 2. Епігенетичний контроль експресії генів											
Тема 3. Молекулярні основи епігенетичних явищ	21	3		2		16						
Тема 4. Некодуючі регуляторні РНК.	24	4		2		18						
Разом за змістовим модулем 2												
Усього годин	90	10	-	12	-	68						

3.2. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми
1	Регуляція експресії на рівні транскрипції та трансляції
2	Регуляція клітинного циклу
3	Регуляція апоптозу
4	Епігенетичний механізм дозової компенсації генів
5	Епігенетика старіння

3.3. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені.

3.4. Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені.

3.5. Теми індивідуальних завдань

Індивідуальні завдання не передбачені

3.6. Зміст завдань для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми
1	Методи аналізу диференціальної експресії генів
2	Регуляція клітинної диференції та регенерації тканин. Стовбурові клітини
3	Генетичний імпринтинг та епігенетичне репрограмування
4	Вплив пакування хроматину на позиціювання генів у ядрі
5	Епігенетичні модифікації гістонів та теорія гістонового коду
6	Методи вивчення епігенетичних модифікацій на генному та геномному рівнях
7	Посторово-часова регуляція експресії генів
8	Регуляція транскрипції у навчанні та запам'ятовуванні

4. Освітні технології, методи навчання і викладання навчальної дисципліни

Форми організації навчання: лекція, семінарське заняття, індивідуальне навчальне заняття, консультація.

Методи навчання: словесні (розповідь, пояснення, лекція), наочні (демонстрація, ілюстрація, спостереження), практичні (вирішення проблемних задач), робота у групах.

5. Критерії та засоби оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

5.1. Критерії підсумкового оцінювання

40 балів – вичерпна відповідь на всі теоретичні питання, правильний розв'язок запропонованої задачі та тестових завдань;

30 балів – допущення окремих неточностей та наявність незначних помилок у відповідях;

20 балів – відповідь неповна, наявність суттєвих помилок при розв'язанні задачі і тестових завдань;

10 балів – надання окремих правильних положень з теоретичних питань, допущення грубих помилок при розв'язанні запропонованих задачі і тестів.

0 балів – відсутність будь-яких правильних відповідей на запропоновані теоретичні і практичні завдання.

5.2. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Критерії оцінювання усної відповіді

- 4 бали** – вичерпна відповідь на питання, повне володіння матеріалом,
3 бали – у відповіді допущені деякі помилки, що не стосуються основної суті питання,
2 бали – наявність у відповіді грубих помилок, що стосуються основоположних питань матеріалу,
1 бал – наявність у відповіді лише окремих правильних тверджень,
0 балів – неправильна відповідь або відсутність відповіді.

Критерії оцінювання тестових завдань

- 4 бали** – правильний розв'язок тестового завдання,
3 бали – наявність третини неправильних відповідей (правильні та неповні відповіді),
2 бали – наявність половини правильних відповідей,
1 бал – переважання неправильних відповідей,
0 балів – завдання розв'язано неправильно.

Критерії оцінювання модульних контрольних робіт

Проміжний модульний контроль включає відповідь на два теоретичних питання, та розв'язок 10 тестових завдань. Максимальна кількість балів за кожне із завдань – 5 балів. У разі допущення помилок чи надання неповної відповіді оцінка знижується на 1 бал відповідно до допущеного ступеня неточності.

Перелік питань для самооцінювання та контролю

1. Загальні уявлення про контроль експресії генів у багатоклітинному організмі.
2. Внутрішньоклітинні білки-рецептори.
3. Молекулярний механізм дії стероїдних та тиреоїдних гормонів.
4. Рецептори клітинної мембрани.
5. Структурні особливості будови мембранних білків-рецепторів.
6. Рецептори, пов'язані з G-протеїнами. Будова та механізм дії.
7. Рецептори, пов'язані з ферментами. Основні групи.
8. Аденілат-циклаза та цАМФ-залежна протеїн-кіназа. Їхні функції.
9. Інозит-фосфоліпідний регуляторний шлях.
10. Роль іонів Са у регуляції активності генів. Кальмодуліни.
11. Метилування ДНК у еукаріот. Локалізація 5-метилцитозину у геномі.
12. Симетричне та несиметричне метилування ДНК.
13. Ферменти, що забезпечують метилування ДНК. Їхня будова.
14. Посттрансляційні модифікації гістонів.
15. Ацетилювання гістонів. Його функціональне значення.
16. Ферменти, що забезпечують ацетилювання та деацетилювання гістонів.
17. Метилування гістонів. Його функціональне значення.
18. Структура хроматину та регуляція активності генів.
19. Взаємозв'язок між метилуванням ДНК та пост транскрипційними модифікаціями гістонів у еукаріот.
20. Характеристика різних типів некодувальних регуляторних РНК.
21. Особливості транскриптому вищих еукаріот.
22. Біогенез мікроРНК у тварин.
23. Порівняння особливостей біогенезу мікроРНК у тварин і рослин.
24. Відкриття мікроРНК та явища РНК-інтерференції.
25. Утворення та функції RISC-комплексу.
26. Два шляхи мРНК сайленсінгу.
27. Конкуруючі ендогенні РНК.

28. Еволюція мікроРНК.
29. Методи дослідження мікроРНК.
30. Біогенез та ампліфікація коротких інтерферуючих РНК – siRNA.
31. РНК-спрямовані епігенетичні модифікації хроматину.
32. рiwi-взаємодіючі РНК. Біогенез та функції.
33. Еволюція та функції довгих некодуючих РНК (lncRNA).
34. Явище дозової компенсації генів та механізм інактивації статевого хроматину.
35. Загальна характеристика системи контролю клітинного циклу.
36. Циклін-залежні протеїнкінази (Cdk) та цикліни.
37. Механізм контролю клітинного циклу шляхом інгібування Cdk.
38. Механізм контролю клітинного циклу шляхом циклічного протеолізу.
39. Функції геномного імпринтингу у ссавців.
40. Організація і регуляція імпринтованих генів.

5.3. Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

5.4. Засоби оцінювання

- стандартизовані тести;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень;
- контрольні роботи;
- розв'язування ситуативних задач.

6. Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль проводиться у формі усного опитування, тестового контролю, письмового опитування з використанням елементів порівняльного аналізу.

Підсумковий контроль (залік) проводиться у письмовій формі, яка охоплює відповідь на теоретичні питання і розв'язок тестових завдань.

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 плагіату 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/pravylyla-akademichnoi-dobrochesnosti.pdf>

Положення про виявлення та запобігання плагіату 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

7.1. Фахова (основна)

1. Alberts, B., Heald, R., Johnson, A., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2022). *Molecular Biology of the Cell: Seventh International Student Edition with Registration Card*. WW Norton & Company.
2. Cooper, G., & Adams, K. (2022). *The cell: a molecular approach*. Oxford University Press.
3. Krebs, J. E., Goldstein, E. S., & Kilpatrick, S. T. (2017). *Lewin's genes XII*. Jones & Bartlett Learning.

7.2. Допоміжна

1. Buccitelli, C., & Selbach, M. (2020). mRNAs, proteins and the emerging principles of gene expression control. *Nature Reviews Genetics*, 21(10), 630-644.
2. Dor, Y., & Cedar, H. (2018). Principles of DNA methylation and their implications for biology and medicine. *The Lancet*, 392(10149), 777-786.
3. Gil, N., & Ulitsky, I. (2020). Regulation of gene expression by cis-acting long non-coding RNAs. *Nature Reviews Genetics*, 21(2), 102-117.
4. Hustedt, N., & Durocher, D. (2017). The control of DNA repair by the cell cycle. *Nature cell biology*, 19(1), 1-9.
5. Komarova, N. Y., Grabe, T., Huigen, D. J., Hemleben, V., & Volkov, R. A. (2004). Organization, differential expression and methylation of rDNA in artificial *Solanum allopolyploids*. *Plant Molecular Biology*, 56, 439-463.
6. Monk, D., Mackay, D. J., Eggermann, T., Maher, E. R., & Riccio, A. (2019). Genomic imprinting disorders: lessons on how genome, epigenome and environment interact. *Nature Reviews Genetics*, 20(4), 235-248.
7. Nitzan, M., Karaiskos, N., Friedman, N., & Rajewsky, N. (2019). Gene expression cartography. *Nature*, 576(7785), 132-137.
8. Seifi, M., Ghasemi, A., Heidarzadeh, S., Khosravi, M., Namipashaki, A., Soofiany, V. M., ... & Danaei, N. (2012). Overview of real-time PCR principles. *Polymerase Chain Reaction*, 39.
9. Singh, R., Letai, A., & Sarosiek, K. (2019). Regulation of apoptosis in health and disease: the balancing act of BCL-2 family proteins. *Nature reviews Molecular cell biology*, 20(3), 175-193.
10. Tucci, V., Isles, A. R., Kelsey, G., Ferguson-Smith, A. C., Bartolomei, M. S., Benvenisty, N., ... & Wilkins, J. (2019). Genomic imprinting and physiological processes in mammals. *Cell*, 176(5), 952-965.
11. Tynkevich, Y. O., Valin, M. O., Moysiienko, I. I., Panchuk, I. I., & Volkov, R. A. (2023). 5S ribosomal DNA in the family Plumbaginaceae. *Cytology and Genetics*, 57(6), 524-537.

12. Vishnoi, A., & Rani, S. (2017). MiRNA biogenesis and regulation of diseases: an overview. *MicroRNA profiling: Methods and protocols*, 1-10.
13. Volkov, R. A., Komarova, N. Y., Zentgraf, U., & Hemleben, V. (2006). Molecular cell biology: epigenetic gene silencing in plants. *Progress in botany*, 101-133.
14. Volkov, R. A., Panchuk, I. I., Borisjuk, N. V., Hosiawa-Baranska, M., Maluszynska, J., & Hemleben, V. (2017). Evolutional dynamics of 45S and 5S ribosomal DNA in ancient allohexaploid *Atropa belladonna*. *BMC Plant Biology*, 17, 1-15.

8. Інформаційні ресурси

1. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>
2. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
3. <https://www.mirbase.org/>
4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo/>
5. <https://www.ebi.ac.uk/gxa/home>

Додатково Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота; модульні контрольні роботи)						Кількість балів (залікова робота)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль № 2				
T1	T2	M1	T4	T5	M2		
7,5	7,5	15	7,5	7,5	15	40	100

T1, T2... T4 – теми змістових модулів.