

НАЗВА ДИСЦИПЛІНИ: Регуляція генів на рівні транскрипції ДВА.3.01.08

ВИКЛАДАЧ:

Кропивко С.В., кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, e-mail: s.v.kropyvko@edu.imbg.org.ua

ЗАГАЛЬНЕ НАВАНТАЖЕННЯ: 3 кредити ЄКТС

Заняття в аудиторії: 30 годин (12 годин – лекційні заняття, 10 годин – семінарські заняття, 6 годин – модульні контрольні роботи, 2 години – консультація)

Самостійна робота слухачів курсу: 60 годин

АНОТАЦІЯ

Курс «Регуляція генів на рівні транскрипції» є складовою програми підготовки докторів філософії і відповідає навчальному плану підготовки докторів філософії за спеціальністю «Е1- Біологія та біохімія» Інституту молекулярної біології і генетики НАН України.

Курс «Регуляція генів на рівні транскрипції» є необхідною складовою вивчення функціонування клітини. Курс охоплює сучасні досягнення у вивченні питань організації та регуляції функціонування геному клітин еукаріот. Він дає можливість опанувати базові знання стосовно сучасних уявлень щодо структури клітини та геному еукаріот, експресією генів, а також регуляції експресії генів на рівні транскрипції.

Регуляція генів на рівні транскрипції – є одним із основних розділів сучасної молекулярної біології. Інтенсивне вивчення експресії генів дозволяє краще зрозуміти перебіг багатьох фізіологічних та патологічних процесів. Сигнатури експресії маркерних генів широко використовуються для діагностики та лікування ракових захворювань.

МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСУ:

Метою курсу є опанування здобувачами базових знань з структури геному ссавців та способами регуляції генів на рівні транскрипції.

Основним завданням курсу є ознайомлення здобувачів з будовою клітин еукаріот; структурою та організацією генетичного апарату та механізмами регуляції експресії генів на рівні транскрипції. У результаті вивчення курсу здобувачі мають знати організацію клітини еукаріот та геному ссавців. Опанувати останні уявлення про експресію генів та механізми її регуляції на рівні транскрипції.

РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ, МЕТОДИ ВИКЛАДАННЯ І ФОРМИ ОЦІНЮВАННЯ

Результати навчання	Методи викладання і навчання	Форми оцінювання
У результаті вивчення курсу здобувач повинен знати: - будову клітини еукаріот; - будову ядра ссавців; - структуру хроматину; - загальне уявлення про молекули генетичного апарату;	Лекції, семінарські заняття	Модульні контрольні роботи, доповіді на семінарських заняттях, іспит

- структуру гену; - основні механізми експресії генів; - транскрипцію та її апарат. Механізми задіяні в транскрипції; - регуляцію генів за допомогою транскрипції		
У результаті вивчення курсу здобувач повинен вміти: - аналізувати структуру гена; - здійснювати пошук сигнатур експресії генів по біоінформатичним ресурсам.	Лекції, семінарські заняття	Модульні контрольні роботи, доповіді на семінарських заняттях, іспит

ЗМІСТ КУРСУ

Вступне слово

Основним завданням курсу є ознайомлення здобувачів з будовою клітин еукаріот; структурою та організацією генетичного апарату та механізмами регуляції експресії генів на рівні транскрипції. У результаті вивчення курсу здобувачі мають знати організацію клітини еукаріот та геному ссавців. Опанувати останні уявлення про експресію генів та механізми її регуляції на рівні транскрипції.

Вивчення курсу «Регуляція генів на рівні транскрипції» – необхідний етап підготовки висококваліфікованих спеціалістів біологів. Сучасні та майбутні досягнення новітніх технологій залежатимуть від здатності науковців вивчати гени, аналізувати їх експресію та використовувати ці знання для лікування різноманітних патологій пов'язаних з порушеннями експресії генів.

Курс розраховано на здобувачів, які вже ознайомилися з базовими біологічними дисциплінами, зокрема такими як: біохімія, загальна та молекулярна генетика, імунологія, молекулярна біологія, вірусологія, генна інженерія, біосинтез білка.

Тематичний план

№ з/п	Теми занять	Кількість годин
Лекція 1	Клітини ссавців: загальна характеристика. Ядро та його будова Клітина як мінімальна структура організації живого. Основні органели клітини та їх функції. Особливості будови клітин еукаріот. Еволюція клітини та її складових. Відмінності в будові клітини та її органел в залежності від функції. Ядро та його організація. Хромосомна архітектура ядра. Вплив структури хроматину на експресію генів. Поділ ядра. Ядерна мембрана та ламіна. Транспорт генетичного апарату з ядра в цитоплазму.	2 год.
Семінар 1	Загальна характеристика структури клітин ссавців	2 год.
Лекція 2	Структура хроматину Види ДНК та їх функції. Хромосоми та хроматин. Структура хроматину. Гістони. Реплікація. Репарація. Рекомбінація.	2 год.

Семінар 2	Модульна контрольна робота №1	2 год.
Лекція 3	Молекули генетичного апарату. Ген та його структура Білкові молекули генетичного апарату задіяні в збереженні, відновленні, захисті та вираженні генетичного апарату клітини: ДНК-полімерази, топоізомерази, ДНК-лігази, транскрипційні фактори та інші. Ген як одиниця генетичного апарату. Основні елементи гену. Різновиди генів: білкові, довгі некодуючі РНК, мікроРНК, тРНК. Промотори та їх види. Енхансери, сайленсери та інсулятори. Псевдогени. РНК її види та структура.	2 год.
Семінар 3	Структура гену та геному та молекули які їх регулюють	2 год.
Лекція 4	Експресія генів Апарат експресії генів. Транскрипційні фактори та їх функціонування. Зовнішній та внутрішній контроль експресії генів. Порушення експресії генів. Експресія генів за різних паталогічних станів.	2 год.
Семінар 4	ДНК в ядрі та вплив її організації на експресію генів	2 год.
Семінар 5	Модульна контрольна робота №2	2 год.
Лекція 5	Транскрипція та її апарат. Механізми задіяні в транскрипції Генетичний код та його значення. Апарат транскрипції. Ініціація та термінація транскрипції. РНК-полімерази та їх функціонування. Транскрипційні фактори їх види та функціонування. Сигнали запуску та інгібування транскрипції. Особливості транскрипції різних видів генів. Процесинг та альтернативний сплайсинг мРНК. Процесинг довгих некодуючих та мікроРНК.	2 год.
Семінар 6	Транскрипційний апарат клітини	2 год.
Лекція 6	Регуляція генів за допомогою транскрипції Регуляція транскрипції за допомогою альтернативного сплайсингу. Вплив структури ДНК та архітектури ядра на експресію генів. РНК-регулятори. Сигнали індукції та пригнічення експресії генів.	2 год.
Семінар 7	Регуляція експресії генів на рівні транскрипції	2 год.
Семінар 8	Модульна контрольна робота №3	2 год.

УМОВИ ВИЗНАЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО РЕЙТИНГУ

Форми оцінювання	Кількість	Максимум балів за 1	Разом
------------------	-----------	---------------------	-------

Модульна контрольна робота	3	20	60
Доповідь і презентація на семінарі за обраною темою	3	5	15
Іспит	1		25
Разом			100

ВИМОГИ І КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Види робіт	Кількість балів за один вид робіт	Критерії оцінювання
Модульна контрольна робота	20	Роботу виконано і подано вчасно; автор демонструє належний рівень знань, розуміє тематику, здатен аналізувати інформацію, мислити логічно.
Модульна контрольна робота	10-19	Роботу виконано і подано вчасно; автор демонструє розуміння не всіх принципів регуляції експресії генів на рівні транскрипції.
Модульна контрольна робота	1-10	Роботу виконано невчасно; автор демонструє прогалини у знаннях основних понять експресії генів на рівні транскрипції.
Доповідь та презентація	5	Доповідь зроблена вчасно, використовуючи максимальну кількість сучасних наукових публікацій з обраної теми. Доповідь побудовано логічно та послідовно, автор розуміє проблематику питання та може відповісти на поставлені питання.
Доповідь та презентація	3-4	Доповідь зроблена вчасно, автор не повністю розуміє проблематику питання та може відповісти на частину поставлених питань.
Доповідь та презентація	1-2	Доповідь зроблена невчасно, автор не розуміє проблематику питання, має істотні прогалини у знаннях, не може відповісти на питання.
	0	Завдання не виконане у обумовлені викладачем терміни або містить плагіат.

Порядок перерахунку рейтингових показників нормованої 100-бальної шкали оцінювання в національну шкалу та шкалу ЄКТС

За 100-бальною	За національною шкалою	За шкалою ЄКТС
----------------	------------------------	----------------

шкалою	ІСПИТ	
91 – 100	Відмінно	A (відмінно)
81 – 90	Добре	B (дуже добре)
71 – 80		C (добре)
66 – 70	Задовільно	D (задовільно)
60 – 65		E (достатньо)
40 – 59	Незадовільно	FX (незадовільно – з можливістю повторного складання)
1 – 40		F (неприйнятно)

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю аспірант отримав сумарну оцінку за три змістовні модуля, яка менше ніж 40 балів, то він/вона не допускається до екзамену і вважається таким, що не виконав усі види робіт, які передбачаються навчальним планом на семестр з дисципліни.

ПОЛІТИКА ДОБРОЧЕСНОСТІ

Виконання навчальних завдань і робота в курсі має відповідати вимогам «Кодексу академічної доброчесності ІМБГ НАНУ», затвердженого Вченою радою ІМБГ НАН України 10 вересня 2019 року, http://imbg.org.ua/docs/education/IMBG_academic_integrity_code.pdf та вимогам «Положення про систему забезпечення академічної доброчесності в Інституті молекулярної біології і генетики Національної академії наук України від 23 червня 2026 року»: <https://www.imbg.org.ua/docs/education/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%20%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D1%83%20%D0%B4%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%86%D0%9C%D0%91%D0%93%20%D0%9D%D0%90%D0%9D%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%96%CC%88%D0%BD%D0%B8%202026..pdf>

ФОРМУВАННЯ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

Загальні компетентності

ЗК-1 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

- ЗК-2 Здатність використання новітніх інформаційних і комунікаційних технологій
- ЗК-3. Здатність самостійно проводити на сучасному рівні актуальні наукові дослідження
- ЗК-4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
- ЗК-5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність)
- ЗК-6. Здатність працювати в міжнародному науковому просторі
- ЗК-7. Здатність до розробки та управління науковими проєктами
- ЗК-8. Здатність розвиватися, вчитися і самовдосконалюватись
- ЗК-9. Здатність до окреслення та розв'язання на сучасному рівні наукових проблем
- ЗК-10. Здатність діяти з соціальною відповідальністю та громадянською свідомістю

Спеціальні (фахові) компетентності

- СК-1 Здатність застосовувати отримані знання та уміння для вирішення проблем сучасної біології та біохімії
- СК-2 Здатність формулювати наукову проблему та знаходити шляхи її розв'язання, формуючи робочі гіпотези, переосмислювати наявні та створювати нові знання
- СК-3 Здатність визначати завдання біологічного дослідження та обирати адекватні методи для ефективного розв'язання конкретних науково-практичних задач у галузі біології та біохімії
- СК-4 Здатність самостійно проводити наукові дослідження, що ведуть до отримання нових цілісних знань
- СК-5 Здатність до адекватної інтерпретації даних, отриманих в результаті наукового дослідження, та порівняння фактів, виявлених у власних наукових дослідженнях, з сучасними концепціями, гіпотезами та теоріями
- СК-6 Поглиблене знання і розуміння у конкретній галузі біології
- СК-7 Здатність ефективно спілкуватися з широкою науковою спільнотою
- СК-8 Розуміння етичних аспектів наукової діяльності
- СК-9 Здатність розвивати особисте відчуття відповідальності за отримані в ході наукової діяльності результати
- СК-10 Здатність представляти результати власного дослідження широкому загалу фахівців та нефаківців; здатність працювати у команді

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

- ПР1. Мати сучасні знання в біології: новітні концепції біології, знати сучасне методологічне та інструментальне забезпечення молекулярної біології, молекулярної генетики та біотехнології, інших суміжних предметних галузей знань
- ПР2. Вільно спілкуватися з науковою спільнотою та громадськістю в певній галузі наукової та/або професійної діяльності; представляти результати наукових досліджень у наукових публікаціях у фахових вітчизняних та міжнародних виданнях та на конференціях як державною, так і іноземною мовою
- ПР3. Знати сучасну фахову літературу у галузі дослідження: фундаментальні зарубіжні та вітчизняні праці, представників наукових шкіл
- ПР4. Критично аналізувати наукову літературу та вміти визначати мало досліджені та суперечливі питання; формулювати ідеї та гіпотези, спрямовані на розв'язання досліджуваної проблеми; визначати актуальність власного наукового дослідження, обирати адекватні методи та підходи до його виконання, ініціювати, організовувати та проводити комплексні дослідження в галузі науково-дослідницької діяльності
- ПР5. Вміти творчо застосовувати фундаментальні біологічні знання для адекватної оцінки та розв'язання прикладних задач у галузі біотехнології, молекулярної біології, молекулярної генетики
- ПР6. Уміння ініціювати наукові та інноваційні проєкти в галузі біології та у суміжних галузях науки, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання і

розв'язувати важливі теоретичні та практичні проблеми біології з дотриманням норм академічної доброчесності з урахуванням соціальних, економічних, та правових аспектів; ініціативність та відповідальність під час їх реалізації

ПР7. Формування системного наукового світогляду, методологічної культури науковця, креативного мислення, філософського осмислення шляхів формулювання нових ідей, історичного досвіду розв'язання проблем в галузі дослідницько-інноваційної діяльності, професійної наукової етики

ПРН8. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу великого обсягу інформації, використовувати спеціалізовані бази даних та інформаційні системи

ПР9. Підходити до постановки та виконання експериментального завдання з огляду на сучасні уявлення про молекулярні механізми біологічних процесів

ПР10. Вміти залучати в науково-дослідну роботу як традиційні, так і новітні біотехнологічні методи

Рекомендовані посібники

1. OpenStax — Regulation of Gene Expression. 16.4 Eukaryotic Transcription Gene Regulation. 2020
2. Soutourina, J. Transcription regulation by the Mediator complex. *Nat Rev Mol Cell Biol* **19**, 262–274 (2018). <https://doi.org/10.1038/nrm.2017.115>
3. Andrew Field, Karen Adelman. 2020. Evaluating Enhancer Function and Transcription. *Annual Review of Biochemistry* 89:213-234. <https://doi.org/10.1146/annurev-biochem-011420-095916>
4. Introduction to Epigenetics [Internet]. Paro R, Grossniklaus U, Santoro R, et al. Cham (CH): Springer; 2021.
5. Ray-Jones H, Spivakov M. Transcriptional enhancers and their communication with gene promoters. *Cell Mol Life Sci*. 2021 Oct;78(19-20):6453-6485. doi: 10.1007/s00018-021-03903-w.
6. Oudelaar, A.M., Higgs, D.R. The relationship between genome structure and function. *Nat Rev Genet* **22**, 154–168 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41576-020-00303-x>
7. Girbig, M., Misiaszek, A.D. & Müller, C.W. Structural insights into nuclear transcription by eukaryotic DNA-dependent RNA polymerases. *Nat Rev Mol Cell Biol* **23**, 603–622 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41580-022-00476-9>
8. Sengupta S, George RE. Super-Enhancer-Driven Transcriptional Dependencies in Cancer. *Trends Cancer*. 2017 Apr;3(4):269-281. doi: 10.1016/j.trecan.2017.03.006.
9. David S. Latchman. Gene control. Garland Science, 2010.