

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ННЦ "Інститут біології та медицини"

Кафедра загальної та медичної генетики



06 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ХРОМОСОМИ ЕУКАРІОТІВ

для студентів

галузь знань 09 «Біологія»
спеціальність 091 «Біологія»
освітній рівень «Бакалавр»
освітня програма «Біологія»
вид дисципліни вибіркова

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	<u>2023/2024</u>
Семестр	<u>7</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>іспит</u>

Викладачі: завідувач кафедри, доктор біол. наук Катерина АФАНАСЬЄВА

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

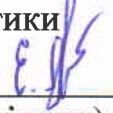
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2023

Розробники: Катерина АФАНАСЬЄВА, доктор біол.наук, доцент, завідувач кафедри загальної та медичної генетики

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри загальної та медичної генетики

 (Катерина АФАНАСЬЄВА)
(підпис)

Протокол № 23 від « 22 » травня
20 23 р.

Схвалено науково-методичною комісією
ННЦ «Інститут біології та медицини»
Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Протокол від « 20 » 06 2023 року № 6

Голова науково-методичної комісії  (Наталія СКРИПНИК)

« 20 » 06 2023 року

1. Мета дисципліни – ознайомити студентів із структурно-функціональною організацією мітотичних хромосом, молекулярними механізмами їх сегрегації при поділах клітини та генетичними хворобами, пов'язаними із порушеннями в організації та розподілі хромосом; а також із сучасними поглядами на еволюцію хромосом та каріотипів еукаріотів.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

- 1. Успішне опанування курсів "Загальна генетика", "Молекулярна біологія", "Біохімія", "Цитологія", а також ознайомленні із вибраними розділами біології індивідуального розвитку, еволюції, таксономії.*
- 2. Знання теоретичних основ хімії, фізики, молекулярної біології, біології клітини тощо; вміння використовувати теоретичні знання із даних дисциплін для розв'язку практичних задач.*
- 3. Володіння елементарними навичками роботи із науковими електронними базами даних, науковою літературою та здатність до системного аналізу.*

3. Анотація навчальної дисципліни:

Навчальна дисципліна «Хромосоми еукаріотів» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітнього рівня «Бакалавр» за освітньою програмою «Біологія». Дисципліна є базовим генетичним курсом, який присвячено вивченню принципів молекулярної організації хромосом еукаріотичних клітин та закономірностей контролю їх поведінки у клітинному циклі. Розглядаються механізми компактизації хроматинової фібрили, молекулярна організація центромерних, теломерних та субтеломерних районів хромосом, демонструються принципи клітинного контролю сегрегації хромосом під час поділів. Освітлюється різноманіття типів структурної організації хромосом еукаріотів, а також розглядаються сучасні принципи молекулярної еволюції каріотипів. Особлива увага приділяється генетичним патологіям, що пов'язані із дисфункцією хромосомного апарату клітини та порушеннями контролю клітинного циклу. У ході вивчення дисципліни наводиться чи демонструється коло методів дослідження хромосом еукаріотів та результати сучасних досліджень, які можуть застосовуватися при постановці дослідів у суміжних науках та в рамках міждисциплінарних проектів, та які вимагають глибоких знань з даної дисципліни.

4. Завдання (навчальні цілі):

- сформувані уявлення про принципи тонкої молекулярної організації мітотичних хромосом еукаріотичних клітин та фізичні механізми компактизації хроматинової фібрили;
- ознайомити студентів із сучасними поглядами на молекулярні механізми контролю сегрегації хромосом при клітинних поділах;
- сформувані уявлення про сучасні погляди на механізми еволюції хромосом еукаріотів та про різноманіття типів хромосом еукаріотичних клітин;

- дати уявлення про зв'язок порушення структури хромосом чи аномалій їх розподілу між клітинами із спадковими хворобами людини;
- сформулювати уявлення про сучасні тенденції у дослідженнях хромосомного апарату клітин еукаріотів для майбутньої професійної орієнтації студентів;
- дати уявлення про сучасні методи дослідження структурно-функціональної організації хромосом;
- окреслити зв'язок даної дисципліни із різними міждисциплінарними проектами та суміжними науками.

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

інтегральної:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування законів, теорій та методів біологічної науки і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальних:

ЗК03. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

спеціальних (фахових, предметних):

СК01. Здатність застосовувати знання та вміння з математики, фізики, хімії та інших суміжних наук для вирішення конкретних біологічних завдань.

СК02. Здатність демонструвати базові теоретичні знання в галузі біологічних наук та на межі предметних галузей.

СК07. Здатність до аналізу будови, функцій, процесів життєдіяльності, онто- та філогенезу живих організмів.

СК08. Здатність до аналізу механізмів збереження, реалізації та передачі генетичної інформації в організмів.

СК12.5. Знання закономірності спадковості, мінливості, онтогенетичних та еволюційних перетворень різних біологічних об'єктів.

СК13.5. Знання фізичних, хімічних і молекулярних механізмів функціонування біологічних об'єктів різних таксономічних груп.

СК14.5. Уявлення про принципи структурнофункціональної організації спадкового апарату на молекулярному рівні.

СК15.5. Поглиблені знання з основ класичної та молекулярної генетики.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 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			
1.1	Знати молекулярні механізми компактизації мітотичної хромосоми та фактори, що забезпечують та контролюють цей процес	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей та	15

			доповнень, оцінювання вирішення дослідницьких задач, іспит	
1.2	Знати структурну організацію основних функціональних районів мітотичної хромосоми та їх роль у підтриманні стабільності хромосомного апарату клітини	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей та доповнень, оцінювання вирішення дослідницьких задач, іспит	10
1.3	Знати закономірності взаємозв'язку між елементами клітинного контролю сегрегації хромосом та сигнальні каскади, що забезпечують такий контроль	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей та доповнень, оцінювання вирішення дослідницьких задач, іспит	15
1.4	Знати закономірності шляхів еволюції каріотипів еукаріотів, основні сучасні методи досліджень, що дозволяють аналізувати каріотиби еукаріотів та їх еволюцію	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей та доповнень, оцінювання вирішення дослідницьких задач, іспит	10
1.5	Знати особливості організації різних типів хромосом еукаріотів та розуміти зв'язок між структурною організацією хромосом особливого типу та їх функціональним призначенням	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей та доповнень, оцінювання вирішення дослідницьких задач, іспит	15
2.1	У лабораторних умовах в залежності від конкретної дослідницької задачі та об'єкту обирати адекватні методи для вирішення певної дослідницької задачі	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей та доповнень, оцінювання вирішення дослідницьких задач, іспит	10
2.2	Вміти проводити каріотипування та	Лекції, самостійна робота	Модульна	10

	будувати ідеограми, на основі яких визначати характеристики прогресивних каріотипів та тих, що еволюціонують	робота	контрольна робота, оцінювання усних відповідей та доповнень, оцінювання вирішення дослідницьких задач, іспит	
2.3	На основі отриманих теоретичних знань вміти прогнозувати фенотипові ефекти мутацій ключових генів, що забезпечують процеси компактизації та сегрегації хромосом	Самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей та доповнень, оцінювання вирішення дослідницьких задач, іспит	5
2.4	Вміти працювати із електронними базами даних, порівнювати та інтерпретувати отримані результати, створювати схеми експериментальних досліджень	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання усних відповідей та доповнень, оцінювання вирішення дослідницьких задач, іспит	5
3.1	Представляти результати наукового пошуку у формі доповідей з використанням сучасних технологій, коректно вести дискусію	Самостійна робота	Оцінювання усних відповідей та доповнень, оцінювання вирішення дослідницьких задач	5

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1
Програмні результати навчання (назва)										
ПР06. Застосовувати моделі, методи і дані фізики, хімії, екології, математики у процесі навчання та забезпечення професійної діяльності	+		+	+		+			+	
ПР07. Володіти прийомами самоосвіти і самовдосконалення. Уміти проектувати траєкторію професійного росту й особистого розвитку, застосовуючи набуті знання.										
ПР08. Знати та розуміти основні терміни, концепції, теорії і закони в галузі біологічних	+	+	+	+	+			+	+	+

наук і на межі предметних галузей.										
ПР11. Розуміти структурну організацію біологічних систем на молекулярному рівні.	+	+	+	+	+			+		
ПР13. Знати механізми збереження, реалізації та передачі генетичної інформації та їхнє значення в еволюційних процесах.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПР17. Розуміти роль еволюційної ідеї органічного світу.				+	+	+	+		+	
ПР21. Аналізувати інформацію про різноманіття живих організмів.				+	+		+		+	+
ПР24. Аналізувати фізико-хімічні властивості та функціональну роль біологічних макромолекул і молекулярних комплексів живих організмів, характер взаємодії їх з іонами, молекулами і радикалами, їхню будову й енергетику процесів.	+	+	+					+	+	+
ПР27.5. Володіти (сучасними) базовими генетичними та молекулярними методами в біологічних дослідженнях.						+	+	+	+	+
ПР28.5. Застосовувати сучасні методи інформаційних технологій для аналізу спадкового апарату біологічних об'єктів на молекулярному рівні.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПР29.5. Застосовувати знання, уміння і практичні навички з хімії, фізики і математики в генетичних дослідженнях.	+		+	+		+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота1: РН 1.1 – 1.3, 2.1 ,2.4 – 20 балів/10 балів
2. Модульна контрольна робота 2: РН 1.3 – 1.5, 2.2-2.4 – 20 балів/10 балів
3. Розв'язок дослідницьких задач: РН 1.1 – 3.1 – 10 балів/5 балів
4. Оцінювання доповнень, відповідей: РН 1.1 – 3.1 – 10 балів/5 балів

- підсумкове оцінювання: у формі іспиту

Підсумкова оцінка з освітнього компонента в цілому, підсумковою формою контролю за яким встановлено іспит, визначається як сума оцінок (балів) за всіма успішно оціненими результатами навчання під час семестру (оцінки нижче мінімального порогового рівня до підсумкової оцінки не додаються) та оцінки, отриманої під час іспиту.

Формою проведення іспиту є тестова контрольна робота. Перевіряються РН 1.1 – 2.4. Максимальна кількість балів, яка може бути отримати здобувачем освіти під час іспиту, становить 40 балів за 100 бальною шкалою.

Перескладання семестрового контролю з метою покращення позитивної оцінки не допускається.

- умови допуску до підсумкового іспиту:

Студент допускається до іспиту лише за умови успішного написання двох модульних контрольних робіт (по кожній не менше 50% правильних відповідей), розв'язку дослідницьких та підготовку доповнень. Студент не допускається до іспиту, якщо під час семестру набрав менше ніж 20 балів.

7.2 Організація оцінювання:

Оцінювання результатів модульних контрольних робіт, дослідницьких задач, відповідей та доповнень проводиться протягом семестру. Модульні контрольні роботи 1 та 2 проводяться після завершення лекцій із відповідних тем. Оцінювання успішності розв'язку дослідницьких задач, усних відповідей та доповнень відбувається упродовж лекційних курсів.

7.3 Шкала відповідності оцінок

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни*
Тематичний план лекцій і самостійної роботи

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Самостійна робота	Консультації
Розділ 1: Молекулярна організація мітотичних хромосом				
Лекції				
1	Загальні уявлення про просторову організацію хроматину інтерфазних ядер еукаріотів	2		
2	Молекулярні механізми компактизації мітотичних хромосом	4		
3	Молекулярна організація теломерних та субтеломерних районів хромосом	2		
4	Організація центромерної ділянки хромосом еукаріотів. Феномен неоцентромери.	2		
5	Ядерце та ядерцеві організатори хромосом	2		
5	Кінетохорні комплекси. Структура кінетохору	2		
Самостійна робота:				
7	Клітинний цикл та принципи його контролю. Цикліни та циклін-залежні кінази. Контрольні точки клітинного циклу.		6	
8	Гістонові білки та їх посттрансляційні модифікації. Структура нуклеосоми. Еухроматин та гетерохроматин.		8	
9	Проблема вкорочення теломери. Теломераза та її робочий цикл. Роль ретротранспозонів у підтримці теломерних районів. Альтернативне подовження теломерних ділянок.		6	
10	Характеристика хромосом щодо розміщення центромери. Ефект «положення гена». Прицентромерний гетерохроматин. Роль неоцентромер в еволюції каріотипів		6	
Розділ 2: Механізми сегрегації хромосом та еволюція каріотипів				
Лекції:				
11	Молекулярно-генетичні механізми сегрегації мітотичних хромосом	4		
12	Сучасні погляди на еволюцію хромосом та каріотипів.	4		
13	В-хромосоми та їх роль в еволюції каріотипів	2		

14	Хромосоми інфузорій та дріжджів <i>S. cerevisiae</i> як приклади особливих типів хромосом	2		
15	Молекулярна організація хромосом бактерій та архей	2		
Самостійна робота:				
16	Загальний огляд мітотичного поділу клітини		8	
17	Типи методів диференційного фарбування хромосом, метод флуоресцентної гібридизації <i>in situ</i> для виявлення ситених блоків хромосом. Порівняльна геномна гібридизація на метафазних хромосомах. Принципи побудови кладограм.		8	
18	Типи хромосомних аберацій та механізми їх виникнення. Геномні мутації та їх вплив на фенотип особин. Механізми виникнення хромосомних мутацій.		6	
29	Особливості організації політенних хромосом та хромосом на стадії мітозу.		6	
20	Димінуція хроматину у різних груп організмів		6	
Консультації:				
21				2
ВСЬОГО:		28	60	2

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – **28 год.**

Самостійна робота – **60 год.**

Консультації – **2 год.**

9. Рекомендовані джерела:

Основні: (Базові)

1. Сиволоб А.В., Афанасьєва К.С. Молекулярна організація хромосом. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2014.
2. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія. – К. : Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2023.
3. Методичні вказівки до спецпрактикуму «Хромосоми еукаріотів». Для студентів біологічного факультету / упоряд. Афанасьєва К.С., Проніна О.В., Рушковський С.Р. – Київ: «Фітосоціоцентр», 2007 р. – 20 с .
4. Chromatin structure and dynamics: state-of-the-art. New Comprehensive Biochemistry, Vol. 39. J.Zlatanova, S.H.Leuba, eds. – Amsterdam: Elsevier. – 2004.
5. Chromosome Structure and Aberrations. Bhat T.A, Wani A.A., eds. – India: Springer. – 2017.
6. Lodish H., Berk A., Zipursky S.L., et al Molecular cell biology 4th edition – W.H. Freeman and company, 2001, 1084 p.
7. Samner, A.T. Chromosomes: organization and function. – Oxford : Blackwell Science, 2003.

Додаткова:

1. Afanasieva, K., Sivolob, A. Kinetic approach in comet assay: an opportunity to investigate DNA loops // in A closer look at the Comet Assay. Ed. K.H. Harmon. NY: Nova science publishers, 2019. - pp.65-84.
2. Bloom K., Joglekar A. Towards building a chromosome segregation machine // Nature. – 2010. – Vol. 463. – P. 446-456.
3. Dharmaraj D., Wilson K.L. How chromosomes unite // Nature. – 2017. – Vol. 551. – P. 568-569.
4. Goloborodko A., Marko J.F., Mirny L.A. Chromosome Compaction by Active Loop Extrusion. // Biophys J. – 2016. – Vol. 110. – No.9. – P. 2162-2168.
5. Hansen J.C. Human mitotic chromosome structure: what happened to the 30-nm fibre? // EMBO J. – 2012. – Vol. 31. – P. 1621-1623.
6. Jones N., Houben A. B chromosomes in plants: escapees from the A chromosome genome? // Trends in Plant Science. – 2003. – Vol.8. – No.9. – P.417-423.
7. Koshland D., Strunnikov A. Mitotic chromosome condensation // Annu. Rev. Cell Dev. Biol. – 1996. – Vol. 12. – P. 305-333.
8. Casari E., Gnugnoli M., Rinaldi C., Pizzul P., Colombo C.V., Bonetti D., Longhese M.P. To Fix or Not to Fix: Maintenance of Chromosome Ends Versus Repair of DNA Double-Strand Breaks. // Cells. – 2022. – Vol.11. – No.20. – P.3224-3232.
9. Marko J.F. Micromechanical studies of mitotic chromosomes // Chromosome Res.– 2008. – Vol. 16. – P. 469-497.
10. Morgan D.O. The cell cycle. Principles of control – Oxford : Oxford University Press, 2007.
11. Ohta S., Bukowski-Wills J.-C., Sanchez-Pulido L., et al. The protein composition of mitotic chromosomes determined using multiclassifier combinatorial proteomics // Cell. – 2010. – Vol. 142. – P. 810-821.
12. Speicher M. R., Carter N.P. The new cytogenetics: blurring the boundaries with molecular biology // Nat. Rev. Genet – 2011. – Vol. 6. – P. 783-793.
13. Volpi E.V. Bridger J.M. FISH glossary: an overview of the fluorescence in situ hybridization technique // BioTechniques – 2008. – Vol. 45. – P. 385-409.
14. Walczak C.E., Cai S., Khodjakov A. Mechanisms of chromosome behaviour during mitosis // Nat. Rev. Mol. Cell Biol. – 2010. – Vol. 11. – P. 91-102.
15. Woodcock C.L., Ghosh R.P. Chromatin higher-order structure and dynamics // Cold Spring Harb. Perspect. Biol. – 2010. – Vol. 2. – a000596.

