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

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ННІБХБ
_____ Руслан БЕСПАЛЬКО
«__29__» _серпня_ 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

Молекулярна геноміка
обов'язкова

Освітньо-професійна програма	**Біологія**
Спеціальність	**Е1 «Біологія та біохімія»**
Галузь знань	**Е «Природничі науки, математика та статистика»**
Рівень вищої освіти	**другий (магістерський)**
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів	
Мова навчання	**українська**

Чернівці 2025 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Молекулярна геноміка» складена відповідно до освітньо-професійної програми «Біологія» другого (магістерського) рівня вищої освіти, затвердженої Вченою радою Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (протокол № 5, від 28.04.2025).

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

Викладачі, що забезпечують читання даної навчальної дисципліни:
Волков Роман Анатолійович, завідувач кафедри молекулярної генетики та біотехнології, доктор біологічних наук, професор
Тинкевич Юрій Олегович, асистент кафедри молекулярної генетики та біотехнології, кандидат біологічних наук

Погоджено з гарантом ОП _____ **Ірина ПАНЧУК**

Затверджено на засіданні кафедри молекулярної генетики та біотехнології
Протокол № _1_ від «_29_» серпня 2025 року

Завідувач кафедри _____ **Роман ВОЛКОВ**

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту
Протокол № 1 від «29» серпня 2025року

Голова методичної ради ННІБХБ _____ **Галина МОСКАЛИК**

Мета освітнього компонента: сформувати у студентів уявлення про молекулярну організацію геномів еукаріот, явище надлишковості еукаріотичних геномів та його причини, основні групи унікальних та повторюваних послідовностей, механізми їх перебудов.

Навчальна дисципліна «Молекулярна геноміка» викладається для студентів 5 курсу денної та заочної форм навчання. У курсі висвітлюється інформація щодо організації та еволюції геномів еукаріотичних організмів. Розглядається структурно-функціональна організація хромосом. Обговорюються закономірності молекулярної еволюції мультигенних родин та повторюваних послідовностей в контексті віддаленої гібридизації, поліплоїдизації та видоутворення. Вивчаються закономірності геноміки ендосимбіозу. Значна увага приділяється методам розшифрування та аналізу геномів.

Пререквізити. Дисципліна вивчається у 1 семестрі 1 курсу другого (магістерського) рівня вищої освіти на основі дисциплін першого (бакалаврського) рівня

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 формулювати 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.

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***:

- принципи організації генетичного матеріалу про- та еукаріот;
- організацію геному, унікальних та повторюваних послідовностей;
- класичні та сучасні методи молекулярно-генетичних досліджень;
- геномні проекти, сиквенування та аналіз геномів, геноміку;
- явище нестабільності геному, організацію та функціонування стрибаючих генів;
- механізми рекомбінації та перебудов геному;
- мінливість геному, молекулярні маркери.

Студент повинен ***вміти:***

- розшифрувати результати, отримані при сиквенуванні ДНК, аналізувати геноми;
- аргументовано пояснити використання ендонуклеаз рестрикції для сайт-специфічного розщеплення ДНК;
- будувати філогенетичні дендрограми.

Опис навчальної дисципліни

Форма навчання	**Рік підготовки**	**Семестр**	**Кількість**		**Кількість годин**						**Вид підсумкового контролю**
			кредитів	**годин**	**лекції**	**практичні**	**семінарські**	**лабораторні**	**самостійна робота**	**індивідуальні завдання**	
Денна	5	10	4	120	18	-	14	-	88	-	екзамен

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**. ***Організація геному***											
Тема 1. Будова геному еукаріот та молекулярна організація хромосом	17	3	-	4	-	10						
Тема 2. Молекулярна організація та функція рДНК та ядерця	12	2	-	2	-	8						
Тема 3. Мобільні генетичні елементи	19	2	-	2	-	15						
Разом за змістовим модулем 1	48	7	-	8	-	33						
Теми	**Змістовий модуль 2.** ***Еволюція геному***											
Тема 4. Молекулярні механізми віддаленої	15	3	-	-	-	12						

гібридизації												
Тема 5. Сиквенування та аналіз геномів	12	2	-	2	-	8						
Тема 6. Молекулярна еволюція	25	3	-	2	-	20						
Тема 7. Геноміка ендосимбіозу	20	3	-	2	-	15						
Разом за змістовим модулем 2	72	11	-	6	-	55						
Усього годин	120	18	-	14	-	88						

Теми лекційних занять

№ теми	***№ питання***	***Назва теми***
1	**Будова геному еукаріот та молекулярна організація хромосом**	
	1	Уявлення про унікальні та повторювані послідовності
	2	Структурно-функціональна організація та хромосомна локалізація унікальних та повторюваних послідовностей
	3	Будова спеціалізованих ділянок хромосом
2	**Молекулярна організація та функція рДНК та ядерця**	
	1	Організація генів 5S та 35S рРНК
	2	Транскрипція 35S рДНК
	3	Ядерце як місце синтезу 35S рРНК та зборки рибосом
3	**Мобільні генетичні елементи**	
	1	Відкриття транспозонів
	2	Молекулярна організація ДНК-транспозонів
	3	Походження та класифікація РНК-транспозонів
	4	Механізми мобільності РНК-транспозонів
4	**Молекулярні механізми віддаленої гібридизації**	
	1	Алополіплоїдія у однодольних рослин
	2	Алополіплоїдія у дводольних рослин
	3	Реорганізація геномів при віддалені гібридизації
5	**Сиквенування та аналіз геномів**	
	1	Характеристика транскриптому
	2	Стратегія сиквенування геномів. Клонування великих фрагментів ДНК
	3	Геномні проекти
	4	Розшифровка геному *A. thaliana*
6	**Молекулярна еволюція**	
	1	Молекулярна еволюція мультигенних родин
	2	Еволюція повторюваних послідовностей та перебудови каріотипу
	3	Концертна еволюція
7	**Геноміка ендосимбіозу**	
	1	Ендосимбіотичні події та час їх виникнення
	2	Генетичні механізми перенесення генів від симбіонта до геному господаря
	3	Зміни рівня експресії генів господаря та симбіонта під час встановлення ендосимбіозу

Теми семінарських занять

№ теми	*№ питання*	*Назва теми*
1	**Молекулярна організація центромерних ділянок хромосом. Сателітна ДНК.**	
	1	Різноманіття центромер
	2	Точкові центромери
	3	Короткі регіональні центромери
	4	Транспозон-багаті центромери
	5	Сателітні центромери
	6	Голоцентромери
	7	Альтернативні до В-форми конформації подвійної спіралі ДНК у центромерах
	8	Механізми еволюції центромерних повторів
	9	Транскрипція центромерних ділянок
2	**Молекулярна організація та підтримання теломерних ділянок хромосом.**	
	1	Асоційовані з теломерами білкові комплекси. Нуклеосоми
	2	Асоційовані з теломерами білкові комплекси. Шелтерин
	3	Інші асоційовані з теломерами білкові комплекси. Структура субтеломерних регіонів
	4	Проблема реплікації кінців хромосом
	5	Структура та біогенез теломерази
	6	Реактивація теломерази
	7	Реактивація теломерази. Епігенетичні механізми
3	**Структурна та геномна організація рДНК**	
	1	S та L типи організації рибосомних ДНК у клітині
	2	Хромосомні локуси рДНК
	3	Внутрішньогеномний поліморфізм рДНК
	4	Експансія псевдогенів 5S рДНК в геномах рослин
	5	Моделі молекулярної еволюції рДНК
4	**Мігруючі генетичні елементи**	
	1	Загальні відомості про мобільні генетичні елементи
	2	Транспозони у бактерій
	3	ДНК-транспозони у еукаріот. *Ac* та *Ds* елементи у кукурудзи
	4	ДНК-транспозони у еукаріот. *p*-елементи і гібридний дисгенез у дрозофіли
	5	Ретровіруси
	6	Ретровірусоподібні елементи та ретротранспозони
	7	Мобільні генетичні елементи в геномі людини
5	**Закономірності еволюції геномів**	
	1	Консервативні послідовності в геномах та молекулярні механізми змін в ДНК
	2	Залежність дивергенції послідовностей від часу розходження таксонів та молекулярна філогенія
	3	Еволюція структури хромосом та розміру геномів
	4	Реконструкція предкових послідовностей ДНК
	5	Ідентифікація консервативних послідовностей невідомої функції
6	**Методи геноміки**	
	1	Особливості організації геномів еукаріот, які ускладнюють їх сиквенування
	2	Проблеми та обмеження використання методу Сенгера та технологій сиквенування короткими рідами.

	3	Використання технологій сиквенування третього покоління
	4	Hi-C сиквенування
	5	Сучасні підходи для отримання геномних збірок “from telomere to telomere”
7	**Геноміка симбіозу. Організація геномів органел**	
	1	Стан вивчення геномів органел. Порівняння ядерного та цитоплазматичних геномів
	2	Різноманіття архітектури мітохондріальних та пластидних геномів
	3	Походження пре-мітохондріальних ендосимбіонтів
	4	Перетворення ендосимбіотичних альфапротеобактерій у мітохондрії
	5	Походження мітохондріальних протеомів

Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені.

Теми лабораторних занять

Лабораторні заняття не передбачені.

Теми індивідуальних завдань

Лабораторні звдання не передбачені

Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми
1	Структурна та функціональна організація еукаріотичного геному
2	Поліморфізм та еволюція рДНК
3	Транспозони та геномна нестабільність
4	Перебудови геномів у наслідок віддаленої гібридизації
5	Методи сиквенування та аналізу геномів
6	Горизонтальний трансфер ДНК у Еукаріот
7	Теломеразна теорія старіння
8	Молекулярні механізми геномної еволюції

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.

Критерії та засоби оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

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’язання запропонованих задачі і тестів.

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

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.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (*аудиторна та самостійна робота; модульні контрольні роботи*)									Кількість балів (екзамена-ційна робота)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль №1				Змістовий модуль № 2						
Т1	Т2	Т3	**М1**	Т4	Т5	Т6	Т7	**М2**		
5	5	5	**10**	5	5	5	5	**15**	40	100

Т1, Т2… Т7 – теми змістових модулів.

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 самостійним опрацюванням освітнього компоненту до перескладання

Перелік питань для самооцінювання та контролю

1. Особливості організації геному прокаріотів та еукаріотів.

2. Що таке раеасоціація ДНК? Від чого залежить швидкість реасоціації ДНК у розчині?
3. Що таке повторювані послідовності? Як було доведено існування повторюваних послідовностей?
4. Класифікація повторюваних послідовностей.
5. Які послідовності належать до фракцій унікальних, середньо та високо повторюваних послідовностей? Наведіть приклади.
6. Яке функціональне значення повторюваності певних послідовностей у геномі? Наведіть приклади.
7. Чому геноми еукаріотичних організмів містять значно більше ДНК, ніж необхідно для кодування білків? Якою є функція «надлишкової» ДНК?
8. Які послідовності відносяться до класу середньо повторюваних?
9. Що таке мультигенні родини? Для яких організмів вони характерні?
10. Молекулярна організація теломер. Теломерні повтори, їх значення для реплікації ДНК.
11. Активність теломерази та процеси старіння в організмі.
12. Молекулярна організація генів гістонів.
13. Що таке сателітна ДНК? Як її можна виявити?
14. Сателітна ДНК: розповсюдження, структурні особливості та хромосомна локалізація.
15. Гіпотези виникнення сатДНК.
16. Що таке *in situ* гібридизація? Для чого вона застосовується?
17. У чому полягає різниця між прокаріотичними та еукаріотичними рибосомами?
18. Хромосомна локалізація та структурно-функціональна організація 35-45S-рДНК.
19. Хромосомна локалізація та структурно-функціональна організація 5S рДНК.
20. Як синтезується 5S рРНК (основні етапи)?
21. Як синтезуються 5.8S, 18S та 25-28S рРНК (основні етапи)?
22. Які РНК-полімерази є у еукаріотичній клітині? Яка їхня функція?
23. Як побудований промотор 35-45S рДНК? Що таке фактори ініціації транскрипції?
24. Охарактеризуйте процесинг 35-45S рРНК (основні етапи).
25. Що таке ядерце? Які процеси там відбуваються?
26. Структурно-функціональна організація ядерця. Ядерцеві білки: нуклеолін, фібрілорин.
27. Які РНК-полімерази необхідні для синтезу всіх компонентів рибосоми?
28. Де і як відбувається біосинтез рибосом?
29. Успадкування 5S та 35-45S рДНК у алоплоїдів.
30. Перебудови 35-45S рДНК у алоплоїдів.
31. Явище ядерцевого домінування. Молекулярні механізми.
32. Диференційна експресія та метилування 35-45S рДНК у алоплоїдів.
33. Відкриття транспозонів. Роботи Б. Мак-Клінток з кукурудзою.
34. Що таке транспозони? Їх класифікація.
35. ДНК та РНК транспозони. Загальна характеристка.
36. Нестабільні мутації у кукурудзи. Їх причини.
37. Автономні та неавтономні транспозони.
38. Молекулярна організація ДНК-транспозонів. Прямі та інвертовані повтори.
39. Механізм перенесення Ac/Ds транспозонів.
40. Молекулярна організація Ac/Ds-елементів.
41. Механізми інактивації транспозонів.
42. Ретротранспозони в геномі людини.
43. Що таке ендогенні ретровіруси?

44. Організація та розповсюдження LTR-ретротранспозонів.
45. Характеристика LINE та SINE елементів.
46. Як змінювався розмір геному протягом еволюції?
47. Що таке транскриптом? Що показав перший аналіз транскриптому людини?
48. Що таке «геномні проекти»?
49. Як сиквенують великі еукаріотичні геноми? Які проблеми при цьому виникають?
50. Для чого потрібні генетичні карти при сиквенуванні геномів?
51. Як клонують великі фрагменти ДНК?
52. Що таке YAC? Для чого вони використовуються?
53. Які структурні ділянки входять до складу YAC?
54. Чому вважається, що *Arabidopsis thaliana* є стародавнім поліпоїдом?
55. У яких ділянках геному арабідопсісу сконцентровані «стрибаючі гени», чому?
56. Що таке транскрипційні фактори? Чому у рослин є багато специфічних транскрипційних факторів?
57. Які гени/білки є специфічними для рослин? Чому?
58. На прикладі аскорбат пероксидази (Apx) арабідопсису поясніть, що таке мультигенні/мультипротеїнові родини?
59. Поліморфізм глобінових генів та кодованих ними білків.
60. Молекулярний поліморфізм та еволюція мультигенної родини фотопсинів.
61. Гени фотопсинів людини. Перебудова Х-хромосом при дальтонізмі.
62. Механізми еволюції мультигенних родин.
63. Яка існує залежність між розміром геному та швидкістю розвитку рослин? Чому?
64. Що таке концертна (узгоджена) еволюція?
65. Розмір геному та еволюція птахів.
66. Дуплікація геному в еволюції рослин. Стародавні поліплоїди.
67. Явище диплоїдизації, його еволюційне значення.
68. Поліплоїдія та циклічна еволюція геномів.
69. Різноманіття архітектури мітохондріальних та пластидних геномів:
70. Походження пре-мітохондріальних ендосимбіонтів.
71. Походження пре-пластидних ендосимбіонтів.
72. Асоційовані з теломерами білкові комплекси. Нуклеосоми.
73. Асоційовані з теломерами білкові комплекси. Шелтерин.
74. Різноманіття центромер. Точкові та регіональні центромери.
75. Різноманіття центромер. Транспозон-багаті та сателітні центромери.

Засоби оцінювання

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

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 практичного та 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/pravyla-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/jxdbs0zb/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu.pdf

Рекомендована література
Фахова (основна)

1. *5S рибосомна ДНК квіткових рослин* (2021). За ред. Р.А. Волкова - Чернівці: Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. – 168 с.
2. 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.
3. Cooper, G., & Adams, K. (2022). *The cell: a molecular approach*. Oxford University Press.
4. Krebs, J. E., Goldstein, E. S., & Kilpatrick, S. T. (2017). *Lewin's genes XII*. Jones & Bartlett Learning.

Допоміжна

1. Almojil, D., Bourgeois, Y., Falis, M., Hariyani, I., Wilcox, J., & Boissinot, S. (2021). The structural, functional and evolutionary impact of transposable elements in eukaryotes. *Genes*, *12*(6), 918.
2. Garcia, S., Kovarik, A., Maiwald, S., Mann, L., Schmidt, N., Pascual-Díaz, J. P., ... & Heitkam, T. (2024). The dynamic interplay between ribosomal DNA and transposable elements: a perspective from genomics and cytogenetics. *Molecular Biology and Evolution*, *41*(3), msae025.
3. Hemleben, V., Grierson, D., Borisjuk, N., Volkov, R. A., & Kovarik, A. (2021). Personal perspectives on plant ribosomal RNA genes research: from precursor-rRNA to molecular evolution. *Frontiers in Plant Science*, *12*, 797348.
4. Horne, T., Orr, V. T., & Hall, J. P. (2023). How do interactions between mobile genetic elements affect horizontal gene transfer?. *Current opinion in microbiology*, *73*, 102282.
5. Kuo, Y. T., Schubert, V., Marques, A., Schubert, I., & Houben, A. (2024). Centromere diversity: How different repeat-based holocentromeres may have evolved. *BioEssays*, *46*(6), 2400013.
6. Moran, B. M., Payne, C., Langdon, Q., Powell, D. L., Brandvain, Y., & Schumer, M. (2021). The genomic consequences of hybridization. Elife, *10*, e69016.

7. Naish, M., & Henderson, I. R. (2024). The structure, function, and evolution of plant centromeres. Genome Research, *34*(2), 161-178.
8. Sibbald, S. J., & Archibald, J. M. (2020). Genomic insights into plastid evolution. *Genome Biology and Evolution*, 12(7), 978-990.
9. Sloan, D. B., Warren, J. M., Williams, A. M., Wu, Z., Abdel-Ghany, S. E., Chicco, A. J., & Havird, J. C. (2018). Cytonuclear integration and co-evolution. Nature Reviews Genetics, 19(10), 635-648.
10. Raval, P. K., Martin, W. F., & Gould, S. B. (2023). Mitochondrial evolution: Gene shuffling, endosymbiosis, and signaling. Science advances, *9*(32), eadj4493.
11. Smith, D. R., & Keeling, P. J. (2015). Mitochondrial and plastid genome architecture: reoccurring themes, but significant differences at the extremes. Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(33), 10177-10184.
12. Srinivas, N., Rachakonda, S., & Kumar, R. (2020). Telomeres and telomere length: a general overview. Cancers, 12(3), 558.
13. Tynkevich, Y. O., Yakobyshen, D. V., Cherkazianova, A. S., Shelyfist, A. Y., & Volkov, R. A. (2024). Intragenomic Polymorphism of the ITS1-5.8 S-ITS2 Region in Invasive Species of the Genus Reynoutria. *Cytology and Genetics*, *58*(6), 536-546.
14. Talbert, P. B., & Henikoff, S. (2020). What makes a centromere? *Experimental Cell Research*, 389(2), 111895.
15. Volkov, R. A., Borisjuk, N., Garcia, S., Kovarik, A., Sáez-Vásquez, J., eds. (2023). Molecular Organization, Evolution, and Function of Ribosomal DNA. Lausanne: Frontiers Media SA, 221 p.
16. 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), 1-15.
17. Wang, W., Zhang, X., Garcia, S., Leitch, A. R., & Kovařík, A. (2023). Intragenomic rDNA variation-the product of concerted evolution, mutation, or something in between? Heredity, *131*(3), 179-188.
18. Wang, J., Kan, S., Liao, X., Zhou, J., Tembrock, L. R., Daniell, H., ... & Wu, Z. (2024). Plant organellar genomes: much done, much more to do. Trends in Plant Science, *29*(7), 754-769.

Інформаційні ресурси

1. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/
2. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/home/genomes/
3. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/
4. https://goat.genomehubs.org/
5. https://www.genome.jp/kegg/
6. https://genome.ucsc.edu/