

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Клітинна біологія
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Медичний інститут. Кафедра морфології
Розробник(и)	Бумейстер Валентина Іванівна, Гринцова Наталія Борисівна
Рівень вищої освіти	Третій рівень вищої освіти, НРК – 8 рівень, QF-LLL – 8 рівень, FQ-EHEA – третій цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	10 тижнів протягом 3-го семестру або 4 тижні протягом 4 семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг дисципліни становить 5 кред. ЄКТС, 150 год., з яких 50 год. становить контактна робота з викладачем (14 год. лекцій, 22 год. семінарських занять, 12 год. практичних занять, 2 год. підсумкова атестація)
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньої програми "Біологія"
Передумови для вивчення дисципліни	Передумови для вивчення відсутні
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

Створити основи для глибокого розуміння процесів функціонування тканин, клітин, клітинних органел, що відбуваються на всіх рівнях організації живої матерії. Навчити аспірантів працювати з сучасними джерелами наукової літератури, а також вирішувати завдання клітинної біології.

4. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Теоретичні основи предмету «Клітинна біологія»
Тема 1 Історія та сучасні уявлення про предмет «Клітинна біологія». Біологія клітини, історія розвитку клітини. Зв'язок клітинної біології з молекулярною біологією, генетикою, біохімією і біофізикою; практичне застосування досягнень клітинної біології Визначення поняття «Клітина». Структурні елементи - функціональні одиниці клітини (органіди); гомологічність клітин; прокаріотичні і еукаріотичні клітини; багатоклітинні організм. Клітинне диференціювання. Функціональні системи клітини: ядро, вакуолярна система синтезу та топогенеза біополімерів; цитоскелет - опорно-рухова система. Мітоз як єдино повноцінний спосіб поділу клітин еукаріот. Центральна догма молекулярної біології.

Тема 2 Ядро - система зберігання, відтворення і реалізації генетичної інформації

Ядерні компоненти бактерій. Ядро еукаріотів: компоненти ядра, структурні особливості інтерфазних ядер. Хроматин. ДНК хроматину, лінійність, гетерогенність, унікальні послідовності нуклеотидів, послідовності нуклеотидів, сателітні ДНК. Гетерохроматин і еухроматин, їх функціональне значення і структуризація. Синтез ДНК хроматину. Білки хроматину: гістони і негістонові білки. Гістони: загальна характеристика і властивості, консервативність складу, характер асоціації з ДНК, типи гістонів, їх функціональна і структурна роль.

Тема 3 Поділ клітини і поняття про клітинний цикл. Структура мітотичних хромосом

Біологічний сенс поділу клітин. Історія відкриття мітозу. Організація мітозу. Специфічні риси мітозу як біологічного процесу. Поняття про мітотичний (клітинний) цикл і його періоди. Клітинний цикл. Характеристика фаз клітинного циклу. Метод радіоавтографії в вивченні клітинного циклу. Загальні закономірності проходження клітинного циклу і його фаз. Регуляція клітинного циклу. Поняття про екзогенні і ендогенні фактори регуляції. Внутрішньоклітинні (ендогенні) регулятори клітинного циклу. Поведінка органел в клітинному циклі. Хромосомний цикл, сегрегація хромосом в мітозі. Подовження неоднорідність хромосом: G (Q), R, C, їх хімічна природа, методи диференціальної забарвлення хромосом, штучна диференційована деконденсація хромосом. Рівні структурної організації мітотичних хромосом: петльові домени, білковий матрикс мітотичних хромосом, ієрархія рівнів компактизації ДНК. Локалізація хромосом в інтерфазному ядрі. Хромосомні території. Тільце Барра, метод флуоресцентної *in situ* гібридизації (FISH).

Тема 4 Мембранні компоненти клітин. Загальні властивості ліпідів. Будова ліпопротеїдних мембран і їх властивості

Плазматична мембрана. Хімічний склад і будова. Компартменти в плазматичній мембрані - механізм виникнення, функція. Загальні механізми пошкодження мембран клітин. Патологія мембран клітин та їх морфологічні прояви.

Тема 5 Синтез і топогенез білків

Синтез білків в цитоплазмі. Будова і хімічний склад рибосом. Інформаційна і транспортна РНК. Ініціація, елонгація і термінація синтезу білка. Гранулярний ендоплазматичний ретикулум (ЕПР) - будова, мембранні рецептори, білки транслокона, резидентні білки ЕПР. Синтез різних варіантів білків в гранулярному ЕПР. Глікозилювання білків і інші хімічні модифікації в цистернах ретикулума. Взаємодія ЕПР з мембраною і іншими органелами. Апарат Гольджі - будова, хімічні модифікації білків (вторинне глікозування білків, дозрівання білків). Адресування білків - сигнальні послідовності і рецептори. Везикулярний транспорт - молекулярні механізми, роль елементів цитоскелету. Методи вивчення.

Тема 6 Біоенергетика клітини

Гліколіз, аеробне окислення. Утворення АТФ при гліколізі. Мітохондрії. Особливості хімічного складу, будови і функції зовнішньої і внутрішньої мітохондріальних мембран. Утворення АТФ шляхом окисного фосфорилування. Поняття про цикл Кребса. Поняття хондріома і мітохондріального ретикулума. Механізми злиття і поділу мітохондрій. Фрагментація мітохондрій. Гігантські мітохондрії в деяких клітинах у еукаріотів. Роль міжмітохондріальних контактів в об'єднанні мітохондрій. Мітохондріальний геном. Мітохондріальна ДНК, синтез мітохондріальних білків. Походження мітохондрій. Ендосимбіоз і редукція генома. Пластида. Типи пластид і їх ультраструктура. Будова хлоропласта і його функції. Етапи фотосинтезу. Локалізація процесів фотосинтезу в хлоропласті. Фотосинтетичні структури бактерій. Пероксисоми: локалізація, будова, функції.

Тема 7 Патологія клітини. Реакції клітин на пошкодження. Шляхи загибелі клітин. Альтерація та її рівні.

Некроз, причини розвитку, морфологічні ознаки. Поняття про запрограмовану клітинну загибель. Варіанти програмованої клітинної загибелі. Апоптоз. Порівняння морфологічних ознак апоптозу і некрозу. Методи реєстрації апоптозу. Індуктори апоптозу. Рецепторний, мітохондріальний, транскрипційний шлях індукції апоптозу. Стрес ендоплазматичного ретикулуму як механізм запуску апоптозу. Послідовність процесів при апоптозі. Каскад дії каспаз. Дія нуклеаз. P53 і апоптоз. Внутрішньоклітинні мішені дії каспаз. Генна регуляція апоптозу. Нематода *Caenorhabditis elegans* - генетична модель для вивчення апоптозу. Гени апоптозу ссавців. Природа патогенних факторів (гіпоксія, фізичні, хімічні агенти, лікарські засоби, інфекції, імунні фактори, генетичні порушення та інш.). Патологічні процеси. Основні механізми пошкодження клітин. Прояви пошкодження клітин (дистрофії, дисплазії, порушення субклітинних структур, некроз, апоптоз). Гостре зворотне та незворотне пошкодження клітин. Загальний патогенез пошкодження клітин. Морфологічні перебудови в клітинах при зворотному та незворотному гострому пошкодженні. Паранекроз та морфологічні перебудови при паранекрозі. Некробіоз. Пошкодження субклітинних структур і компонентів.

Модуль 2. Цитологічні основи клітинної біології

Тема 8 Рівні компактизації ДНК.

Нуклеосомний рівень. Характеристика нуклеосоми, фібрила, нуклеомерна модель, склад нуклеомера, його характеристики, роль гістона H1 в підтримці структури 30 нм - фібрили. Третій рівень компактизації ДНК- петльові домени. Величина петель ДНК "нуклеотидів". Поняття "хромомер". Роль негістонових білків в підтримці структури петльових доменів. Хромонемний рівень укладання фібрил хроматину. Хромонеми в інтерфазних ядрах, хромонеми в профазі і телофазі мітозу і при штучній декомпактизації хромосом.

Тема 9 Продукти ядерної активності. Типи синтезованих РНК, синтез РНК, типи РНК-полімерази.

Особливості синтезу і-РНК: структура гена, інтрони і Екзони. Синтез т-РНК: процесінг утворення зрілих Т-РНК. Синтез р-РНК: структура р-гена, локалізація в районах ядерцевих організаторів, утворення чотирьох типів р-РНК і їх участь в структурі субодиниць рибосом, утворення рибосом. Ядерце - хромосомний локус синтезу р-РНК і рибосом: ядерцевий організатор, число ядерців в ядрі, ампліфікація ядерців. Будова ядерців. Кількість і структура компонентів ядерця в залежності від його функціонального навантаження, ферменти і ядерцеві білки при синтезі рибосом; доля ядерцевих компонентів при мітозі; периферійний хромосомний матеріал. Нетрадиційні функції ядерця.

Тема 10 Ядерний білковий матрикс та ядерна оболонка

Способи виявлення ядерного білкового матриксу (ЯБМ), його компоненти та біохімічний склад; ДНК в складі ЯБМ, РНК у складі ЯБМ; білки ЯБМ; роль його в синтезі ДНК і РНК, розподіл компонентів ЯБМ під час мітозу. Ядерна оболонка. Будова і склад ядерної оболонки. Ламіна, комплекси ядерних пор; ламіни і їх роль в зв'язуванні фібрил хроматину з ламіною, гранулярний периферичний шар хроматину, механізм зв'язку хроматину з ядерною оболонкою. Ядерні пори: комплекс ядерної пори (КЯП), будова, хімічний склад, кількість ядерних пор; участь КЯП в ядерно-цитоплазматичних зв'язках, ядерний експорт та імпорт. Доля ядерної оболонки під час мітозу.

Тема 11 Транспорт через плазматичну мембрану.

Білки - транспортери низькомолекулярних сполук: каналні білки, білки переносники, АТФ-залежні помпи (К / Na - помпа, Н - помпи, Са - помпа). Уніпортальний транспорт. Ко-транспорт антипорта і симпорта. Осмотичний тиск і регуляція об'єму клітини. Внутрішньоклітинний рН. Транспорт через плазматичну мембрану макромолекул. Ендо- і ектоцитоз - конституційний і забезпечений рецепторами. Варіанти сортування і транспорту рецепторів і лігандів. Ранні та пізні ендосоми. Роль білків облямівки (клатріна, адаптінов і коатомеров) в ендо- та екзоцитозі і везикулярного транспорті. Роль кавеол. Трансцитоз макромолекул.

Тема 12 Клітинна адгезія, клітинні контакти.

Білки адгезії: сімейства кадгерінів, імуноглобулінів, інтегринів, селектинів, адгезивних протеогліканів. Спеціалізовані клітинні контакти. Структура і білки адгезивних контактів (десмосоми, пояс адгезії, напівдесмосоми, фокальний контакт). Структура і білки щільних контактів. Структура і білки щілинних контактів - коннексони і коннексіни. Функціональні особливості спеціалізованих міжклітинних контактів. особливості. Клітинні контакти і передача сигналів.

Тема 13 Лізосоми. Класифікація (первинні і вторинні лізосоми, телолізосоми, аутолізосоми), будова.

Лізосомні мембранні білки. Лізосомні гідролази, роль рН в регуляції активності гідролаз. Лізосомні хвороби. Методи вивчення. Гладкий ендоплазматичний ретикулум. Будова, функції, різноманітність будови і функції в різних типах клітин. Методи вивчення.

Тема 14 Цитоскелет - опорно-рухова система клітин. Компоненти цитоскелету - мікротрубочки, Актинові філаменти (мікрофіламенти), проміжні філаменти.

Проміжні філаменти. Властивості проміжних філаментів. Експресія різних білків проміжних філаментів в клітинах і тканинах. Молекулярна організація проміжних філаментів. Класи проміжних філаментів. Локалізація проміжних філаментів в клітинах. Актинові мікрофіламенти. Будова молекули / мономера актину. Розташування актинових філаментов в філоподії, в мікроворсинки. Взаємодія актинових філаментов з плазмалеммой. Міозин. Різноманітність і загальні властивості міозинов, їх структура, функція і локалізація. Білки, що регулюють взаємодію міозину і актину і їх локалізація в клітинах. Роль іонів кальцію в регуляції актомиозинового системи.

Тема 15 Мікротрубочки та пошкодження цитоскелета.

Будова та збирання мікротрубочки,. Розташування мікротрубочек в різних типах клітин. Білки сімейства кінезин. Будова молекули класичного кінезину. Роль кінезину у внутрішньоклітинному транспорті. Білки сімейства динеїна. Внутрішньоклітинний транспорт, залежний від динеїна. Роль динеїна в русі війок і джгутиків. Будова дінактінового комплексу, його взаємодія з динеїном. Центросома. Будова центросоми в клітинах тварин, її динаміка в клітинному циклі. Роль центросоми в ініціації збірки мікротрубочок і організації мікротрубочок в цитоплазмі. Морфологічні прояви пошкодження цитоскелета. Патологія мікротрубочок та мікрофіламентів.

Тема 16 Патологія клітинного ядра та органел.

Наслідки пошкодження ядра. Порушення структури, розмірів та кількості ядерць. Пошкодження мітохондрій (морфологічні та біохімічні прояви). Пошкодження гранулярного та гладкого ендоплазматичного ретикулуму. Морфологічні прояви порушення комплексу Гольджі. Деструкція лізосом. Лізосомальні хвороби.

Тема 17 Мітоз.

Основна мета мітозу. Зміна структури хромосом, роль конденсінов і когезинов. Основні події під час стадій мітозу. Мітотичний веретено, його структура, склад та організація. Механізми формування мітотичного веретена. Руйнування ядерної оболонки в прометафазі. Кінетохор, його структура, білковий склад. Варіанти прикріплення кінетохор до мікротрубочок веретена. Механізми асоціації мікротрубочок і кінетохора. Рух хромосом під час прометафазі. Утворення метафазної пластинки. Механізм руху хромосом в анафазі. Анафаза А і В. Основні події під час телофазі. Цитокінез і його стадії. Поведінка органел в мітозі. Організація цитоскелету в мітозі. Патологія мітозу. Еволюція мітозу. Патологія мітоза.

Тема 18 Мейотичний поділ клітин.

Типи мейозу. Особливості та стадії профазі 1. Кон'югація гомологічних хромосом. Кроссинговер. Сінаптонемний комплекс. Особливості розбіжності хромосом в першому і другому поділі мейозу. Особливості дозрівання чоловічих і жіночих статевих клітин. Відмінності мейозу від мітозу.

Модуль 3. Практичні аспекти клітинної біології

Тема 19 Методи цитології в клітинній біології. Молекулярно-біологічні методи в цитології.

Методи цитологічного аналізу (світлова і електронна мікроскопія, флуоресцентна мікроскопія, імуногістохімія, авторадіографія, цитохімія, молекулярна гібридизація, культура клітин, клітинна гібридизація, комп'ютерна відеомікроскопія). Зв'язок клітинної біології з молекулярною біологією, генетикою, біохімією і біофізикою; практичне застосування досягнень клітинної біології.

Тема 20 Організація та обладнання цитологічної та гістологічної лабораторії. Особливості забору матеріалу для морфологічних досліджень.

Вимоги до оснащення патогістологічної лабораторії. устаткування, інструменти та посуд патогістологічної лабораторії. Правила роботи та техніки безпеки в патогістологічній лабораторії. Зміст і значення етапів виготовлення гістологічних препаратів. Методи і принципи взяття гістологічного матеріалу. Зберігання та маркування досліджуваного матеріалу. Взяття матеріалу для гістологічного дослідження. дослідження біопсійного і операційного матеріалу. Загальні вимоги до зберігання і консервації матеріалу, доставка матеріалу біопсії.

Тема 21 Принципи, методи та види фіксації та фарбування гістологічного матеріалу.

Фіксатори - класифікація, склад. Основні фіксатори для морфологічних досліджень. Загальні методи фарбування препаратів для морфологічних досліджень. Освоєння методів депарафінізації, загальних методів фарбування. Підготовка парафінових зрізів до фарбування. Загальні принципи фарбування. Критерії якості виготовлених гістологічних препаратів. Гістологічні барвники. Класифікація. Ядерні та цитоплазматичні барвники. Методика забарвлення парафінових зрізів гематоксиліном і еозином.

Тема 22 Імуногістохімічні методи дослідження в сучасній морфології.

Принципи імуногістохімічних методів. Застосування флуоресцентної та світлової мікроскопії для візуалізації гістохімічних реакцій. Протоколи імуногістохімічних реакцій. Види імуногістохімічних маркерів

Тема 23 Методики отримання і дослідження цитологічних препаратів.

Об'єкти дослідження цитології. Етапи цитологічного дослідження. Види досліджуваного матеріалу. Способи отримання матеріалу для цитологічного дослідження. Приготування скелець для отримання мазків. Маркування скелець і флаконів з матеріалом. Фіксація цитологічних мазків. Фіксатори, їх склад, час фіксації. Методи фарбування цитологічних препаратів. Оцінка цитологічної картини.

Тема 24 Методи кількісного та якісного аналізу клітинних структур Методи кількісного аналізу клітинних структур. Морфометричні індекси, які застосовуються для оцінки функціонального стану клітин. Методи якісного аналізу клітинних структур. Застосування систем візуалізації та архівації зображень.
Тема 25 Підсумкове заняття. Проведення підсумкової атестації (Залік)

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

РН1	Володіти основами клітинної біології, цитології, гістології, молекулярної біології, генетики, застосовувати теоретичні знання при аналізі літературних даних і плануванні наукового експерименту в різних галузях клітинної біології, цитології, гістології, біотехнології і медицини.
РН2	Застосовувати теоретичні основи клітинної біології в практичних цілях при дослідженні експериментального біологічного матеріалу в нормі та патології, за умов різних видів регенерації.
РН3	Ефективно застосовувати сучасні уявлення про роль клітинних органел, їх взаємодій в процесах розвитку і функціонування біологічних систем; молекулярні, імунологічні та фізіологічні аспекти вивчення клітин багатоклітинних організмів в нормі та патології.
РН4	Діагностувати ознаки пошкодження (патології) як структурних компонентів клітини так і клітини в цілому, проводити диференціальне дослідження морфологічних перебудов у клітинах при різних видах пошкодження та різних видах загибелі клітин.
РН5	Аналізувати об'єкти дослідження та вибирати відповідні методи цитологічного, гістологічного та імуногістохімічного аналізу в залежності від мети експерименту; реалізовувати поставлені задачі на практиці.
РН6	Реалізовувати навички роботи у сучасній гістологічній, цитологічній та молекулярно-біологічній лабораторії, володіти технікою приготування цитологічних та гістологічних препаратів для експериментальних медико-біологічних досліджень.
РН7	Володіти методами кількісного та якісного аналізу клітинних структур, що застосовуються для оцінки функціонального стану клітин. Ефективно застосовувати системи візуалізації та архівації зображень.
РН8	Опрацьовувати літературні джерела, наукові публікації, монографії; робити анотації, аналізувати, рецензувати фахову наукову літературу та формулювати узагальнюючі висновки з усіх питань програми «Клітинна біологія»
РН9	Виявляти, формулювати та вирішувати питання дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість проведених досліджень, кваліфіковано вести дослідницьку роботу

7. Види навчальних занять та навчальної діяльності

7.1 Види навчальних занять

Тема 1. Історія та сучасні уявлення про предмет «Клітинна біологія». Біологія клітини, історія розвитку клітини. Зв'язок клітинної біології з молекулярною біологією, генетикою, біохімією і біофізикою; практичне застосування досягнень клітинної біології
--

Лк1 "«Історія та сучасні уявлення про предмет «Клітинна біологія». Біологія клітини, історія розвитку клітини. Зв'язок клітинної біології з молекулярною біологією, генетикою, біохімією і біофізикою; практичне застосування досягнень клітинної біології»" Визначення поняття «Клітина». Структурні елементи - функціональні одиниці клітини (органойди); гомологічність клітин; прокаріотичні і еукаріотичні клітини; багатоклітинні організм. Клітинне диференціювання. Функціональні системи клітини: ядро, вакуолярна система синтезу та топогенеза біополімерів; цитоскелет - опорно-рухова система. Мітоз як єдино повноцінний спосіб поділу клітин еукаріот. Центральна догма молекулярної біології.
Тема 2. Ядро - система зберігання, відтворення і реалізації генетичної інформації
Лк2 "«Ядро - система зберігання, відтворення і реалізації генетичної інформації.»" Ядерні компоненти бактерій. Ядро еукаріотів: компоненти ядра, структурні особливості інтерфазних ядер. Хроматин. ДНК хроматину, лінійність, гетерогенність, унікальні послідовності нуклеотидів, послідовності нуклеотидів, сателітні ДНК. Гетерохроматин і еухроматин, їх функціональне значення і структуризація. Синтез ДНК хроматину. Білки хроматину: гістони і негістонові білки. Гістони: загальна характеристика і властивості, консервативність складу, характер асоціації з ДНК, типи гістонів, їх функціональна і структурна роль.
Тема 3. Поділ клітини і поняття про клітинний цикл. Структура мітотичних хромосом
Лк3 "«Поділ клітини і поняття про клітинний цикл. Структура мітотичних хромосом.»" Біологічний сенс поділу клітин. Історія відкриття мітозу. Організація мітозу. Специфічні риси мітозу як біологічного процесу. Поняття про мітотичний (клітинний) цикл і його періоди. Клітинний цикл. Характеристика фаз клітинного циклу. Метод радіоавтографії в вивченні клітинного циклу. Загальні закономірності проходження клітинного циклу і його фаз. Регуляція клітинного циклу. Поняття про екзогенні і ендогенні фактори регуляції. Внутрішньоклітинні (ендогенні) регулятори клітинного циклу. Поведінка органел в клітинному циклі. Хромосомний цикл, сегрегація хромосом в мітозі. Поздовжня неоднорідність хромосом: G (Q), R, C, їх хімічна природа, методи диференціальної забарвлення хромосом, штучна диференційована деконденсація хромосом. Рівні структурної організації мітотичних хромосом: петльові домени, білковий матрикс мітотичних хромосом, ієрархія рівнів компактизації ДНК. Локалізація хромосом в інтерфазному ядрі. Хромосомні території. Тільце Барра, метод флуоресцентної in situ гібридизації (FISH).
Тема 4. Мембранні компоненти клітин. Загальні властивості ліпідів. Будова ліпопротеїдних мембран і їх властивості
Лк4 "« Мембранні компоненти клітин. Загальні властивості ліпідів. Будова ліпопротеїдних мембран і їх властивості.»" Плазматична мембрана. Хімічний склад і будова. Компартменти в плазматичній мембрані - механізм виникнення, функція. Загальні механізми пошкодження мембран клітин. Патологія мембран клітин та їх морфологічні прояви.
Тема 5. Синтез і топогенез білків

Лк5 "«Синтез і топогенез білків»"

Синтез білків в цитоплазмі. Будова і хімічний склад рибосом. Інформаційна і транспортна РНК. Ініціація, елонгація і термінація синтезу білка. Гранулярний ендоплазматичний ретикулум (ЕПР) - будова, мембранні рецептори, білки транслокона, резидентні білки ЕПР. Синтез різних варіантів білків в гранулярному ЕПР. Глікозилювання білків і інші хімічні модифікації в цистернах ретикулума. Взаємодія ЕПР з мембраною і іншими органелами. Апарат Гольджі - будова, хімічні модифікації білків (вторинне глікозування білків, дозрівання білків). Адресування білків - сигнальні послідовності і рецептори. Везикулярний транспорт - молекулярні механізми, роль елементів цитоскелету. Методи вивчення.

Тема 6. Біоенергетика клітини

Лк6 "«Біоенергетика клітини»"

Гліколіз, аеробне окислення. Утворення АТФ при гліколізі. Мітохондрії. Особливості хімічного складу, будови і функції зовнішньої і внутрішньої мітохондріальних мембран. Утворення АТФ шляхом окисного фосфорилування. Поняття про циклі Кребса. Поняття хондріома і мітохондріального ретикулума. Механізми злиття і поділу мітохондрій. Фрагментація мітохондрій. Гігантські мітохондрії в деяких клітинах у еукаріотів. Роль міжмітохондріальних контактів в об'єднанні мітохондрій. Мітохондріальний геном. Мітохондріальна ДНК, синтез мітохондріальних білків. Походження мітохондрій. Ендосимбіоз і редукція генома. Пластида. Типи пластид і їх ультраструктура. Будова хлоропласта і його функції. Етапи фотосинтезу. Локалізація процесів фотосинтезу в хлоропласті. Фотосинтетичні структури бактерій. Пероксисоми: локалізація, будова, функції.

Тема 7. Патологія клітини. Реакції клітин на пошкодження. Шляхи загибелі клітин. Альтерація та її рівні.

Лк7 "«Патологія клітини. Реакції клітин на пошкодження. Шляхи загибелі клітин. Альтерація та її рівні.»"

Некроз, причини розвитку, морфологічні ознаки. Поняття про запрограмовану клітинну загибель. Варіанти програмованої клітинної загибелі. Апоптоз. Порівняння морфологічних ознак апоптозу і некрозу. Методи реєстрації апоптозу. Індуктори апоптозу. Рецепторний, мітохондріальний, транскрипційний шлях індукції апоптозу. Стрес ендоплазматичного ретикулуму як механізм запуску апоптозу. Послідовність процесів при апоптозі. Каскад дії каспаз. Дія нуклеаз. Р53 і апоптоз. Внутрішньоклітинні мішені дії каспаз. Генна регуляція апоптозу. Нематода *Caenorhabditis elegans* - генетична модель для вивчення апоптозу. Гени апоптозу ссавців. Природа патогенних факторів (гіпоксія, фізичні, хімічні агенти, лікарські засоби, інфекції, імунні фактори, генетичні порушення та інш.). Патологічні процеси. Основні механізми пошкодження клітин. Прояви пошкодження клітин (дистрофії, дисплазії, порушення субклітинних структур, некроз, апоптоз). Гостре зворотне та незворотне пошкодження клітин. Загальний патогенез пошкодження клітин. Морфологічні перебудови в клітинах при зворотному та незворотному гострому пошкодженні. Паранекроз та морфологічні перебудови при паранекрозі. Некробіоз. Пошкодження субклітинних структур і компонентів.

Тема 8. Рівні компактизації ДНК.

С38 "Рівні компактизації ДНК".

Нуклеосомної рівень. Характеристика нуклеосоми, фібрила, нуклеомерна модель, склад нуклеомера, його характеристики, роль гістона H1 в підтримці структури 30 нм - фібрили. Третій рівень компактизації ДНК- петльові домени. Величина петель ДНК "нуклеотидів". Поняття "хромомер". Роль негістонових білків в підтримці структури петльових доменів. Хромонемний рівень укладання фібрил хроматину. Хромонеми в інтерфазних ядрах, хромонеми в профазі і телофазі мітозу і при штучній декомпактизації хромосом.

Тема 9. Продукти ядерної активності. Типи синтезованих РНК, синтез РНК, типи РНК-полімерази. С39 "Продукти ядерної активності. Типи синтезованих РНК, синтез РНК, типи РНК-полімерази" (денна) Особливості синтезу і-РНК: структура гена, інтрони і Екзони. Синтез т-РНК: процесінг утворення зрілих Т-РНК. Синтез р-РНК: структура р-гена, локалізація в районах ядерцевих організаторів, утворення чотирьох типів р-РНК і їх участь в структурі субодиниць рибосом, утворення рибосом. Ядерце - хромосомний локус синтезу р-РНК і рибосом: ядерцевий організатор, число ядерців в ядрі, ампліфікація ядерців. Будова ядерців. Кількість і структура компонентів ядерця в залежності від його функціонального навантаження, ферменти і ядерцеві білки при синтезі рибосом; доля ядерцевих компонентів при мітозі; периферійний хромосомний матеріал. Нетрадиційні функції ядерця.
Тема 10. Ядерний білковий матрикс та ядерна оболонка С310 "Ядерний білковий матрикс та ядерна оболонка." Способи виявлення ядерного білкового матриксу (ЯБМ), його компоненти та біохімічний склад; ДНК в складі ЯБМ, РНК у складі ЯБМ; білки ЯБМ; роль його в синтезі ДНК і РНК, розподіл компонентів ЯБМ під час мітозу. Ядерна оболонка. Будова і склад ядерної оболонки. Ламіна, комплекси ядерних пор; ламіни і їх роль в зв'язуванні фібрил хроматину з ламіною, гранулярний периферичний шар хроматину, механізм зв'язку хроматину з ядерною оболонкою. Ядерні пори: комплекс ядерної пори (КЯП), будова, хімічний склад, кількість ядерних пор; участь КЯП в ядерно-цитоплазматичних зв'язках, ядерний експорт та імпорт. Доля ядерної оболонки під час мітозу.
Тема 11. Транспорт через плазматичну мембрану. С311 "Транспорт через плазматичну мембрану." Білки - транспортери низькомолекулярних сполук: каналні білки, білки переносники, АТФ-залежні помпи (К / Na - помпа, Н - помпи, Са - помпа). Уніпортальний транспорт. Ко-транспорт антипорта і симпорта. Осмотичний тиск і регуляція об'єму клітини. Внутрішньоклітинний рН. Транспорт через плазматичну мембрану макромолекул. Ендо - і ектоцитоз - конституційний і забезпечений рецепторами. Варіанти сортування і транспорту рецепторів і лігандів. Ранні та пізні ендосоми. Роль білків облямівки (клатріна, адаптінов і коатомеров) в ендо- та екзоцитозі і везикулярного транспорту. Роль кавеол. Трансцитоз макромолекул.
Тема 12. Клітинна адгезія, клітинні контакти. С312 "Клітинна адгезія, клітинні контакти." Білки адгезії: сімейства кадгерінів, імуноглобулінів, інтегринів, селектинів, адгезивних протеогліканів. Спеціалізовані клітинні контакти. Структура і білки адгезивних контактів (десмосоми, пояс адгезії, напівдесмосоми, фокальний контакт). Структура і білки щільних контактів. Структура і білки щілинних контактів - коннексони і коннексіни. Функціональні особливості спеціалізованих міжклітинних контактів. особливості. Клітинні контакти і передача сигналів.
Тема 13. Лізосоми. Класифікація (первинні і вторинні лізосоми, телолізосоми, аутолізосоми), будова.

C313 "Лізосоми. Класифікація (первинні і вторинні лізосоми, телолізосоми, аутолізосоми), будова." (денна) Лізосомні мембранні білки. Лізосомні гідролази, роль рН в регуляції активності гідролаз. Лізосомні хвороби. Методи вивчення. Гладкий ендоплазматичний ретикулум. Будова, функції, різноманітність будови і функції в різних типах клітин. Методи вивчення.
Тема 14. Цитоскелет - опорно-рухова система клітин. Компоненти цитоскелету - мікротрубочки, Актинові філаменти (мікрофіламенти), проміжні філаменти.
C314 "Цитоскелет - опорно-рухова система клітин. Компоненти цитоскелету - мікротрубочки, Актинові філаменти (мікрофіламенти), проміжні філаменти." Проміжні філаменти. Властивості проміжних філаментів. Експресія різних білків проміжних філаментів в клітинах і тканинах. Молекулярна організація проміжних філаментів. Класи проміжних філаментів. Локалізація проміжних філаментів в клітинах. Актинові мікрофіламенти. Будова молекули / мономера актину. Розташування актинових філаментів в філоподії, в мікроворсинки. Взаємодія актинових філаментів з плазмалеммою. Міозин. Різноманітність і загальні властивості міозинов, їх структура, функція і локалізація. Білки, що регулюють взаємодію міозину і актину і їх локалізація в клітинах. Роль іонів кальцію в регуляції актомиозинової системи.
Тема 15. Мікротрубочки та пошкодження цитоскелета.
C315 "Мікротрубочки та пошкодження цитоскелета." Будова та збирання мікротрубочки. Розташування мікротрубочок в різних типах клітин. Білки сімейства кінезин. Будова молекули класичного кінезину. Роль кінезину у внутрішньоклітинному транспорті. Білки сімейства динеїна. Внутрішньоклітинний транспорт, залежний від динеїна. Роль динеїна в русі війок і джгутиків. Будова дінактінового комплексу, його взаємодія з динеїном. Центросома. Будова центросоми в клітинах тварин, її динаміка в клітинному циклі. Роль центросоми в ініціації збірки мікротрубочок і організації мікротрубочок в цитоплазмі. Морфологічні прояви пошкодження цитоскелета. Патологія мікротрубочок та мікрофіламентів.
Тема 16. Патологія клітинного ядра та органел.
C316 "Патологія клітинного ядра та органел." Наслідки пошкодження ядра. Порушення структури, розмірів та кількості ядерця. Пошкодження мітохондрій (морфологічні та біохімічні прояви). Пошкодження гранулярного та гладкого ендоплазматичного ретикулуму. Морфологічні прояви порушення комплексу Гольджі. Деструкція лізосом. Лізосомальні хвороби.
Тема 17. Мітоз.
C317 "Мітоз." Основна мета мітозу. Зміна структури хромосом, роль конденсінов і когезинов. Основні події під час стадій мітозу. Мітотичний веретено, його структура, склад та організація. Механізми формування мітотичного веретена. Руйнування ядерної оболонки в прометафазі. Кінетохор, його структура, білковий склад. Варіанти прикріплення кінетохор до мікротрубочок веретена. Механізми асоціації мікротрубочок і кінетохора. Рух хромосом під час прометафазі. Утворення метафазної пластинки. Механізм руху хромосом в анафазі. Анафаза А і В. Основні події під час телофазі. Цитокінез і його стадії. Поведінка органел в мітозі. Організація цитоскелету в мітозі. Патологія мітозу. Еволюція мітозу. Патологія мітоза.
Тема 18. Мейотичний поділ клітин.

C318 "Мейотичний поділ клітин." Типи мейозу. Особливості та стадії профазі 1. Кон'югація гомологічних хромосом. Кроссинговер. Сінаптонемний комплекс. Особливості розбіжності хромосом в першому і другому поділі мейозу. Особливості дозрівання чоловічих і жіночих статевих клітин. Відмінності мейозу від мітозу.
Тема 19. Методи цитології в клітинній біології. Молекулярно-біологічні методи в цитології.
Пр19 "Методи цитології в клітинній біології. Молекулярно-біологічні методи в цитології." Методи цитологічного аналізу (світлова і електронна мікроскопія, флуоресцентна мікроскопія, імуногістохімія, авторадіографія, цитохімія, молекулярна гібридизація, культура клітин, клітинна гібридизація, комп'ютерна відеомікроскопія). Зв'язок клітинної біології з молекулярною біологією, генетикою, біохімією і біофізикою; практичне застосування досягнень клітинної біології.
Тема 20. Організація та обладнання цитологічної та гістологічної лабораторії. Особливості забору матеріалу для морфологічних досліджень.
Пр20 "Організація та обладнання цитологічної та гістологічної лабораторії. Особливості забору матеріалу для морфологічних досліджень." (денна) Вимоги до оснащення патогістологічної лабораторії. устаткування, інструменти та посуд патогістологічної лабораторії. Правила роботи та техніки безпеки в патогістологічній лабораторії. Зміст і значення етапів виготовлення гістологічних препаратів. Методи і принципи взяття гістологічного матеріалу. Зберігання та маркування досліджуваного матеріалу. Взяття матеріалу для гістологічного дослідження. дослідження біопсійного і операційного матеріалу. Загальні вимоги до зберігання і консервації матеріалу, доставка матеріалу біопсії.
Тема 21. Принципи, методи та види фіксації та фарбування гістологічного матеріалу.
Пр21 "Принципи, методи та види фіксації та фарбування гістологічного матеріалу." Фіксатори - класифікація, склад. Основні фіксатори для морфологічних досліджень. Загальні методи фарбування препаратів для морфологічних досліджень. Освоєння методів депарафінізації, загальних методів фарбування. Підготовка парафінових зрізів до фарбування. Загальні принципи фарбування. Критерії якості виготовлених гістологічних препаратів. Гістологічні барвники. Класифікація. Ядерні та цитоплазматичні барвники. Методика забарвлення парафінових зрізів гематоксиліном і еозином.
Тема 22. Імуногістохімічні методи дослідження в сучасній морфології.
Пр22 "Імуногістохімічні методи дослідження в сучасній морфології." Принципи імуногістохімічних методів. Застосування флуоресцентної та світлової мікроскопії для візуалізації гістохімічних реакцій. Протоколи імуногістохімічних реакцій. Види імцногістохімічних маркерів
Тема 23. Методики отримання і дослідження цитологічних препаратів.
Пр23 "Методики отримання і дослідження цитологічних препаратів." (денна) Об'єкти дослідження цитології. Етапи цитологічного дослідження. Види досліджуваного матеріалу. Способи отримання матеріалу для цитологічного дослідження. Приготування скелець для отримання мазків. Маркування скелець і флаконів з матеріалом. Фіксація цитологічних мазків. Фіксатори, їх склад, час фіксації. Методи фарбування цитологічних препаратів. Оцінка цитологічної картини.
Тема 24. Методи кількісного та якісного аналізу клітинних структур

Пр24 "Методи кількісного аналізу клітинних структур." Методи кількісного аналізу клітинних структур. Морфометричні індекси, які застосовуються для оцінки функціонального стану клітин. Методи якісного аналізу клітинних структур. Застосування систем візуалізації та архівації зображень.
Тема 25. Підсумкове заняття.
A25 "Підсумкове заняття." Проведення підсумкової атестації (Залік)

7.2 Види навчальної діяльності

НД1	Виконання практичних завдань
НД2	Електронне навчання у системах (перелік конкретизується викладачем, наприклад, Google Classroom, Zoom та у форматі Youtube-каналу)
НД3	Конспектування
НД4	Написання реферату
НД5	Самонавчання
НД6	Робота з підручниками та релевантними інформаційними джерелами
НД7	Підготовка пошуково-дослідницької роботи
НД8	Підготовка до семінарського заняття

8. Методи викладання, навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Інтерактивні лекції
МН2	Дослідницька робота
МН3	Проблемний семінар
МН4	Обмін думками (think-pair-share)
МН5	Проблемно-пошуковий метод

Інтерактивні лекції, проблемний семінар та проблемно-пошуковий метод сприяють опануванню основами клітинної біології (РН1, РН2), дають змогу аналізувати об'єкти дослідження (РН3, РН5), опрацьовувати літературу при плануванні наукового експерименту.(РН8). При дослідженні експериментального біологічного матеріалу в нормі та патології пошукачем реалізуються навички дослідницької діяльності (РН4, РН5) та після вивчення курсу клітинної біології пошукач має змогу на практиці ефективно застосовувати сучасні уявлення з клітинної біології (РН6), діагностувати ознаки пошкодження клітини та її структурних компонентів(РН5, РН6, РН7). Обмін думками дає змогу виробити у пошукача наукове мислення, виявляти, формулювати та вирішувати питання дослідницького характеру (РН9).

Завдяки проблемному семінару (МН3), обміну думками (МН4) та проблемно-пошуковому методу (МН5) у пошукачів формуються навички комунікації та креативність. Завдяки інтерактивним лекціям (МН1) та дослідницькій роботі (МН2) у пошукачів формуються здатність логічно та системно мислити, креативність та навички групової роботи.

9. Методи та критерії оцінювання

9.1. Критерії оцінювання

Шкала оцінювання ECTS	Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
A	Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
B	Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
C	Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
D	Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
E	Виконання задовольняє мінімальні критерії	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
FX	Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$
F	Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$

9.2 Методи поточного формативного оцінювання

МФО1	Експрес-тестування
МФО2	Діагностичне тестування
МФО3	Захист презентацій та рефератів
МФО4	Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань
МФО5	Перевірка результатів проведення експериментів
МФО6	Опитування та усні коментарі викладача за його результатами
МФО7	Перевірка та оцінювання письмових завдань

9.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

МСО1	Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)
МСО2	Складання комплексного письмового модульного контролю

Контрольні заходи:

3 семестр		100 балів
МСО1. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		60
	Усне опитування та тестування	60
МСО2. Складання комплексного письмового модульного контролю		40
	Складання модулю (письмова підсумкова робота)	40

Контрольні заходи в особливому випадку:

3 семестр		100 балів
МСО1. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		60

	У випадку карантинних обмежень лекційні, семінарські, практичні, лабораторні заняття і підсумкова атестація проводяться у дистанційному режимі із застосуванням платформи Mix.sumdu.edu.ua, Zoom, Google meet.	60
МСО2. Складання комплексного письмового модульного контролю		40
	У випадку карантинних обмежень лекційні, семінарські, практичні, лабораторні заняття і підсумкова атестація проводяться у дистанційному режимі із застосуванням платформи Mix.sumdu.edu.ua, Zoom, Google meet.	40

Оцінка з дисципліни, визначається як сума балів за поточну навчальну діяльність (не менше 36) та балів за підсумковий модульний контроль (не менше 24). Кількість балів за поточну діяльність вираховується за формулою $60 \times \text{середнє арифметичне успішності здобувача у 4 бальній системі оцінювання} / 5$. Підсумковий модульний контроль проводиться наприкінці навчального семестру у формі письмового заліку, при цьому оцінці «5» відповідає 40 балів, «4» - 32 бали, «3» - 24 балів, «2» - 0 балів. У випадку незадовільного результату за підсумковий модульний контроль здобувач має право перескласти залік. Здобувачі, які не з'явилися на залік без поважної причини, вважаються такими, що отримали незадовільну оцінку. Відмова здобувача виконувати підсумкове модульне завдання атестується як незадовільна відповідь.

10. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

10.1 Засоби навчання

ЗН1	Бібліотечні фонди
ЗН2	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН3	Графічні засоби (малюнки, креслення, географічні карти, схеми, плакати тощо)
ЗН4	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережі
ЗН5	Технічні засоби (кінофільми, радіо- і телепередачі, звуко- і відеозаписи та ін.)

10.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Механізми клітинної диференціації: навч. посіб. / Г. М. Кузнецова, Т. В. Рибальченко, М. Е. Держинський, В. К. Рибальченко. — К. : Київський ун-т, 2019. — 399 с.
2	Основи молекулярної біології: навч. посіб. / Н. М. Іншина. — Суми : СумДУ, 2019. — 121 с. - URL: http://libserver.ssu.localnet/library/docs/rio/2019/Inshyna_bioloiiia.pdf
3	Гістологія. Цитологія. Ембріологія: підручник / О. Д. Луцик, Ю. Б. Чайковський, Е. Ф. Барінов та ін. ; за ред.: О.Д. Луцика, Ю.Б. Чайковського. — Вінниця : Нова Книга, 2018. — 592 с. + Гриф МОЗ.
4	Медична біологія: підручник / В. П. Пішак, Ю. І. Бажора, Ш. Б. Брагін та ін. ; за ред.: В.П. Пішака, Ю.І. Бажори. — 3-тє вид. — Вінниця : Нова Книга, 2017. — 608 с. + Гриф МОЗ.
Допоміжна література	

1	Гістологія. Короткий курс: навч. посіб. / Г. І. Козак, Л. П. Запривоюда, О. В. Остапенко та ін. ; за ред. Ю.Б. Чайковського. — 2-ге вид., випр. і доп. — Вінниця : Нова Книга, 2018. — 336 с.
2	Біологічна і біоорганічна хімія: підручник: у 2-х кн. Кн.2 : Біологічна хімія / Ю. І. Губський, І. В. Ніженковська, М. М. Корда та ін. ; за ред.: Ю.І. Губського, І.В. Ніженковської. — К. : Медицина, 2016. — 544 с. + Гриф МОН; Гриф МОЗ.
3	Медична біологія: підручник / В. В. Бархіцовський, П. Я. Шерстюк. — 3-тє вид., випр. — К. : Медицина, 2014. — 312 с.
4	Генетика: підручник / В. І. Ніколайчук, М. М. Вакерич. — Ужгород : Гражда, 2013. — 506 с.
5	Гістологія, цитологія та ембріологія: навч. посіб.: у 3-х кн. Кн.3; Ч.2 : Спеціальна гістологія та ембріологія внутрішніх органів / Е. Ф. Барінов, Ю. Б. Чайковський, О. М. Суласва та ін. ; За ред.: Е.Ф. Барінова, Ю.Б. Чайковського. — К. : Медицина
6	Медична генетика: навч.-метод. посіб. / В. Е. Маркевич, М. П. Загородній, А. М. Лобода та ін. ; В.Е. Маркевич, М.П. Загородній, І.Е. Зайцев та ін. — Суми : СумДУ, 2011. — 388 с.
7	Генетика людини: підручник / В. М. Помогайло, А. В. Петрушов. — К. : Академія, 2014. — 280 с.
8	Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P. Molecular Biology of the cell, in 3 Vol., Garland Science Taylor Francis Group, 2012-2013.
Інформаційні ресурси в Інтернеті	
1	https://www.youtube.com/channel/UC3rbbyWz9RwBQFyeO3A8P3g