

ПРОГРАММА ЛЕКЦИЙ ПО КУРСУ «ЦИТОЛОГИЯ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ-БИОЛОГОВ 1 КУРСА БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА.

Введение. Предмет клеточной биологии.

Клеточная теория. Клетка – элементарная единица живого. Клетка – единая система сопряженных функциональных единиц. Гомологичность клеток. Клетка от клетки. Клетка и многоклеточный организм. Тотипотентность клеток.

Методы цитологии. Световая микроскопия. Витальное (прижизненное) изучение клеток. Изучение фиксированных клеток. Электронная микроскопия. Контрастирование корпускулярных объектов. Ультрамикротомия. Другие специальные методы электронной микроскопии биологических объектов. Фракционирование клеток.

Строение и химия клеточного ядра.

Центральная догма молекулярной биологии.

Морфология ядерных структур. Роль ядерных структур в жизнедеятельности клетки. Ядерные компоненты прокариот. Ядро эукариотических клеток. Эухроматин и гетерохроматин. Хромосомный цикл. Общая морфология митотических хромосом. Клеточный цикл эукариот. Эндорепродукция и полиплоидия. Пространственное расположение хромосом в интерфазном ядре.

Структура и химия хроматина. ДНК хроматина. Репликация эукариотических ДНК. Основные белки хроматина – гистоны. Функциональные свойства гистонов. Первый уровень компактизации ДНК. Структурная роль нуклеосом. Нуклеосомы при репликации и транскрипции. Второй уровень компактизации ДНК – 30 нм фибрилла. Негистоновые белки. Петлевые домены ДНК – третий уровень структурной организации хроматина.

Ядерный белковый матрикс. Общий состав ядерного матрикса. ДНК ядерного белкового матрикса.

Четвертый – хромонемный уровень упаковки хроматина. Общая организация митотических хромосом.

Ядерные транскрипты и их транспорт.

Ядрышко – источник рибосом. Строение рибосом. Чем определяется число ядрышек в клетке. Множественность рибосомных генов. Амплифицированные ядрышки. Строение и функционирование генов рРНК. Структура ядрышка. Фибриллярный центр и ядрышковый организатор. Структурные типы ядрышек. Белки ядрышка. Общая схема работы ядрышка как специального локуса синтеза рибосом. Новые, неканонические функции ядрышек. Ядрышко во время митоза: периферический хромосомный материал.

Нерибосомные продукты ядра. Транскрипция нерибосомных генов. Морфология РНП-компонентов ядра. Синтез РНК в пуфах политенных хромосом. Транскрипция на мейотических хромосомах. Морфология транскрипции индивидуальных генов. Синтез транспортных РНК.

Ядерная оболочка. Компоненты ядерной оболочки. Роль ядерной оболочки в ядерно-цитоплазматическом обмене. Импорт кариофильных белков. Экспорт из ядра в цитоплазму. Динамика ядерной оболочки в митозе.

Цитоплазма.

Гиалоплазма и органеллы.

Общие свойства биологических мембран. Структурной основой мембран является двойной слой липидов. Мембранные белки встроены в билипидный слой. Липиды и белки мембран обладают латеральной подвижностью. Клеточные мембраны асимметричны. Разные мембраны имеют различные свойства. Мембраны ассоциированы с цитоплазматическими белками. Рост мембран цитоплазмы происходит за счет встраивания готовых мембранных пузырьков.

Плазматическая мембрана. Барьерно-транспортная роль плазмалеммы. Трансмембранный перенос ионов и низкомолекулярных соединений. Везикулярный перенос: эндоцитоз и экзоцитоз. Рецепторная роль плазмалеммы. Межклеточное узнавание. Специальные межклеточные соединения (контакты). Клеточная стенка (оболочка) растений. Клеточные оболочки бактерий.

Вакуолярная система внутриклеточного транспорта. Общая схема функционирования вакуолярной системы. Гранулярный эндоплазматический ретикулум. Синтез растворимых белков. Синтез (котрансляционный) нерастворимых (мембранных) белков. Синтез клеточных мембран. Транспорт между эндоплазматическим ретикулумом и аппаратом Гольджи.

Аппарат Гольджи. Тонкое строение аппарата Гольджи. Секреторная функция аппарата Гольджи. Модификации белков в аппарате Гольджи. Сортировка белков в аппарате Гольджи.

Лизосомы. Общие характеристики лизосом. Морфологическая неоднородность лизосом. Лизосомные патологии.

Гладкий ретикулум и другие мембранные вакуоли. Гладкий (агранулярный) эндоплазматический ретикулум. Вакуоли растительных клеток. Сферосомы. Пероксисомы (микротельца). Секреция белков и образование мембран у бактерий.

Цитоплазма: системы энергообеспечения клетки.

Митохондрии – строение и функции. Общая морфология. Ультраструктура митохондрий. Функции митохондрий. Окислительное фосфорилирование у бактерий. Увеличение числа митохондрий. Авторепродукция митохондрий. Хондриом.

Пластиды. Хлоропласт. Функции хлоропластов. Онтогенез и функциональные перестройки пластид. Фотосинтезирующие структуры низших эукариотических и прокариотических клеток. Геном пластид.

Цитоплазма: опорно-двигательная система (цитоскелет).

Промежуточные филаменты.

Микрофиламенты. Общие свойства микрофиламентов. Акто-миозиновые компоненты немusечных клеток. Мышечные клетки.

Микротрубочки. Общая характеристика микротрубочек. Центры организации микротрубочек. Динеины и кинезины – моторные белки.

Клеточный центр. Центросомы и центриоли. Центросомный цикл. Базальные тельца, строение и движение ресничек и жгутиков. Двигательный аппарат бактерий.

Механизмы клеточного деления.

Митотическое деление клеток. Общая организация митоза. Различные типы митоза эукариот. Морфология митотической фигуры. Центромеры и кинетохор. Динамика митоза. Самоорганизация системы микротрубочек. Митоз растительной клетки. Деление бактериальных клеток.

Мейоз. Особенности профазы I мейотического деления. Стадия профазы I мейотического деления.

Регуляция клеточного цикла. Фактор стимуляции митозов. Циклины. Регуляция клеточного деления у млекопитающих. Контрольные точки клеточного цикла.

Гибель клеток: некроз и апоптоз. Некроз. Апоптоз.

План лекций

Лекция 1. Клеточная теория. Определение понятия «Клетка»: Клетка – это ограниченная активной мембраной, упорядоченная структурированная система биополимеров (белков, нуклеиновых кислот) и их макромолекулярных комплексов, участвующих в единой совокупности метаболических и энергетических процессов, осуществляющих поддержание и воспроизведение всей системы в целом. Клетка – элементарная единица живого, единая система, состоящая из множества структурных элементов – функциональных единиц (органовидов); гомологичность клеток; прокариотические и эукариотические клетки; многоклеточные организмы, состоящие из клеток, объединенных в функциональные системы и связанные друг с другом с помощью молекулярной регуляции; клетки многоклеточного организма равнозначны по генетическому потенциалу, но отличаются друг от друга экспрессией разных генов, что приводит к морфологическому и функциональному разнообразию – к клеточной дифференцировке.

Функциональные системы клетки: ядро – система хранения, воспроизведения и реализации генетической информации; вакуолярная система синтеза и топогенеза биополимеров; цитоскелет – опорно-двигательная система.

Митоз как единственно полноценный способ деления клеток эукариот.

Центральная догма молекулярной биологии.

Лекция 2. Методы цитологии: световая и электронная микроскопия, флуоресцентные методы, иммунофлуоресценция, цитохимия, культура клеток, молекулярно-биологические методы в цитологии (клонирование ДНК, гибридизация ДНК, использование плазмид, ПЦР и др.)

Лекция 3. Ядро – система хранения, воспроизведения и реализации генетической информации.

Ядерные компоненты бактерий: структура нуклеоида, петлевые домены, единица репликации - репликон, механизм расхождения нуклеоидов после репликации.

Ядро эукариотов: компоненты ядра, структурные типы интерфазных ядер (диффузные, хромоцентрические, хромономные, политенные).

Хроматин. ДНК хроматина, линейность, гетерогенность, уникальные последовательности нуклеотидов, умеренно и высокоповторяющиеся последовательности нуклеотидов, сателлитные ДНК.

Гетерохроматин и эухроматин, их функциональное значение и структуризация.

Синтез ДНК хроматина: полирепликонность, кластеры репликации ДНК (реписомы), асинхронность репликации по длине хромосомы, репликация гетерохроматина и эухроматина.

Белки хроматина: гистоны и негистоновые белки. Гистоны: общая характеристика и свойства, консервативность состава, характер ассоциации с ДНК, типы гистонов, их функциональная и структурная роль.

Лекция 4. Уровни компактизации ДНК.

Нуклеосомный уровень. Характеристика нуклеосомы, спейсеры и их величина, динамика построения нуклеосомы, поведение нуклеосом при репликации и транскрипции.

30 нм- фибрилла - основной нативный компонент хроматина, общая характеристика, суперсоленоидная модель, нуклеомерная модель, состав нуклеомера, его характеристики, роль гистона H1 в поддержании структуры 30 нм - фибриллы.

Третий уровень компактизации ДНК- петлевые домены. Величина петель ДНК “нуклеоидов”. Понятие “хромомер”. Роль негистоновых белков в поддержании структуры петлевых доменов.

Хромонемный уровень укладки фибрилл хроматина. Хромонема в интерфазных ядрах, хромонема в профазе и телофазе митоза и при искусственной декомпактизации хромосом.

Лекция 5. Структура митотических хромосом. Фазы митоза, хромосомный цикл.

Продольная неоднородность хромосом: G(Q), R,C бэнды, их химическая природа, методы дифференциальной окраски хромосом, искусственная дифференцированная деконденсация хромосом. Уровни структурной организации митотических хромосом: петлевые домены, белковый матрикс митотических хромосом, иерархия уровней компактизации ДНК.

Локализация хромосом в интерфазном ядре. Хромосомные территории. Тельца Барра, локализация центромер и теломер, локализация по Раблю, распределение меченного тимидина в ряду клеточных делений, метод флуоресцентной *in situ* гибридизации (FISH).

Лекция 6. Продукты ядерной активности. Типы синтезированных РНК, синтез РНК, типы РНК-полимераз.

Особенности синтеза и-РНК: структура гена, интроны и экзоны, синтез гетерогенных ядерных РНК, сплайсинг, сплайсосомы, малые ядерные РНП, интерхроматиновые гранулы, перихроматиновые гранулы, информофоры и информосомы, морфология транскрипции и-РНК.

Синтез т-РНК: процессинг и образование зрелых т-РНК.

Синтез р-РНК: структура р-гена, полицистронность р-генов, локализация в районах ядрышковых организаторов, строение транскрипционных единиц, синтез предшественника, его процессинг, образование четырех типов р-РНК и их участие в структуре субъединиц рибосом, образование рибосом.

Ядрышко – хромосомный локус синтеза р-РНК и рибосом: ядрышковый организатор, число ядрышек в ядре, амплификация ядрышек. Строение ядрышек Количество и структура компонентов ядрышка в зависимости от его функциональной нагрузки, ферменты и ядрышковые белки при синтезе рибосом; судьба ядрышковых компонентов при митозе; периферический хромосомный материал. Нетрадиционные функции ядрышка.

Лекция 7. Ядерный белковый матрикс. Способы выявления ядерного белкового матрикса (ЯБМ), его компоненты и биохимический состав; ДНК в составе ЯБМ, РНК в составе ЯБМ; белки ЯБМ; роль его в синтезе ДНК и РНК, распределение компонентов ЯБМ во время митоза.

Лекция 8. Ядерная оболочка. Строение и состав ядерной оболочки. Ламина, комплексы ядерных пор; ламины и их роль в связывании фибрилл хроматина с ламиной, гранулярный периферический слой хроматина, механизм связи хроматина с ядерной оболочкой.

Ядерные поры: комплекс ядерной поры (КЯП), строение, химический состав, число ядерных пор; участие КЯП в ядерно-цитоплазматических связях, импорт белковых молекул, рецепторы импортинов, роль ПЯЛ в транспорте нуклеофильных белков, механизмы транслокации через ядерную пору; ядерный экспорт: экспортины и контроль за выходом из ядра белков, РНП и рибосом, особенности транспорта и-РНП; судьба ядерной оболочки во время митоза.

Лекция 9. Деление клетки и понятие о клеточном цикле. Биологический смысл деления клеток. История открытия митоза. Организация митоза. Специфические черты митоза как биологического процесса. Представление о митотическом (клеточном) цикле и его периодах.

Клеточный цикл. Характеристика фаз клеточного цикла. Метод радиоавтографии в изучении клеточного цикла. Общие закономерности прохождения клеточного цикла и его фаз.

Регуляция клеточного цикла. Понятие об экзогенных и эндогенных факторах регуляции.

Внутриклеточные (эндогенные) регуляторы клеточного цикла. Роль комплексов циклинов и циклин-зависимых киназ (Cdk-cyclin complexes). MPF и SPF. Роль фосфорилирования / дефосфорилирования. Роль протеолиза в регуляции клеточного цикла. Пункты ограничения (restriction point) и пункты проверки (check points). Внеклеточные (экзогенные) регуляторы. Факторы роста и их участие в регуляции клеточного цикла. Цитокины и их роль в регуляции клеточного цикла.

Взаимодействие эндогенных и экзогенных факторов регуляции клеточного цикла.

Поведение органелл в клеточном цикле. Хромосомный цикл, сегрегация хромосом в митозе. Центриольный и центросомный циклы.

Лекция 10. Мембранные компоненты клеток. Общие свойства липидов. Строение липопротеидных мембран и их свойства.

Плазматическая мембрана. Химический состав и строение. Компартменты в плазматической мембране – механизм возникновения, функция.

Транспорт через плазматическую мембрану. Белки – транспортеры низкомолекулярных соединений: каналные белки, белки переносчики, АТФ-зависимые помпы (K/Na - помпа, Ca^{2+} - помпы, Ca^{2+} - помпа, семейство ABC). Унипортальный транспорт. Контранспорт антипортом и симпортом. Осмотическое давление и регуляция объема клетки. Внутриклеточный pH. Явление множественной лекарственной устойчивости. Трансцитоз низкомолекулярных соединений.

Транспорт через плазматическую мембрану макромолекул. Эндо- и экзоцитоз - конститутивный и опосредуемый рецепторами. Варианты сортировки и транспорта рецепторов и лигандов. Ранние и поздние эндосомы. Роль белков окаймления (клатринов, адаптинов и коатомеров) в эндо- и экзоцитозе и везикулярном транспорте. Роль кавеол. Трансцитоз макромолекул.

Лекция 11. Клеточная адгезия, клеточные контакты. Белки адгезии: семейства кадгеринов, иммуноглобулинов, интегринов, селектинов, адгезивных протеогликанов. Гомо- и гетерофилическая адгезия.

Специализированные клеточные контакты. Структура и белки адгезивных контактов (десмосома, пояс адгезии, полудесмосома, фокальный контакт). Структура и белки плотных контактов. Структура и белки щелевых контактов - коннексоны и коннексины. Функциональные особенности специализированных межклеточных контактов.

Клеточные контакты и передача сигналов.

Лекция 12. Восприятие клетками внешних сигналов. Представление о внешних сигналах, их классификация. Пути проведения сигналов: рецепторы, каскады вторичных посредников, регуляторы транскрипции, трансляции и репликации. Рецепторы внеклеточных регуляторных факторов. Рецепторы, связанные с G белками. Рецепторы, являющиеся ионными каналами. Рецепторы, обладающие киназной активностью или связанные с протеинкиназами. Пути рециркуляции и деградации рецепторов.

Вторичные посредники. Понятие о белках - адапторах. Роль SH3 и SH2 групп и роль фосфорилирования во взаимодействии белков, передающих сигналы. Роль белка Ras в передаче сигналов. MAP - киназные каскады. ЦАМФ - зависимые протеинкиназы. Фосфолипаза C. Инозитол, диацилглицерол и ионы кальция как вторичные посредники.

Специальные структуры, в которых ассоциированы рецепторы и вторичные посредники: кавеолы, участки фокальной адгезии. Роль прикрепления к субстрату и межклеточных контактов в передаче сигналов. Цитоскелет и пространственная организация каскадов вторичных посредников.

Лекция 13. Синтез и топогенез белков. Синтез белков в цитозоле. Строение и химический состав рибосом. Информационная и транспортная РНК. Инициация, элонгация и терминация синтеза белка.

Гранулярный эндоплазматический ретикулум – строение, мембранные рецепторы, белки транслокона, резидентные белки ЭПР. Сигнальные последовательности, частицы, узнающие сигнальную последовательность. Синтез разных вариантов белков в гранулярном эндоплазматическом ретикулуме. Гликозилирование белков и другие химические модификации в цистернах ретикулума. Взаимодействие эндоплазматического ретикулума с плазматической мембраной и другими органеллами.

Аппарат Гольджи - строение, химические модификации белков (вторичное гликозилирование белков, созревание белков). Адресование белков – сигнальные последовательности и рецепторы. Везикулярный транспорт - молекулярные механизмы (клатрины, адаптины, COP I, COP II, кавеолин), роль элементов цитоскелета.

Методы изучения.

Лекция 14. Лизосомы. Классификация (первичные и вторичные лизосомы, телолизосомы, аутолизосомы), строение. Лизосомные мембранные белки. Лизосомные гидролазы, роль pH в регуляции активности гидролаз.

Лизосомные болезни. Методы изучения.

Гладкий эндоплазматический ретикулум. Строение, функции, разнообразие строения и функции в разных типах клеток. Методы изучения.

Лекция 15. Биоэнергетика клетки. Гликолиз, аэробное окисление и фотосинтез. Образование АТФ при гликолизе.

Митохондрии. Особенности химического состава, строения и функции наружной и внутренней митохондриальных мембран. Образование АТФ путем окислительного фосфорилирования – краткая характеристика белковых комплексов, участвующих в переносе протонов, транспорте электронов и синтезе АТФ. Представление о цикле Кребса.

Понятия хондриома и митохондриального ретикулума. Механизмы слияния и деления митохондрий. Фрагментация митохондрий. Гигантские митохондрии в некоторых клетках у эукариотов. Роль межмитохондриальных контактов в объединении митохондрий. Митохондриальный геном. Митохондриальная ДНК, синтез митохондриальных белков. Происхождение митохондрий. Эндосимбиоз и редукция генома.

Пластиды. Типы пластид и их ультраструктура. Строение хлоропласта и его функции. Этапы фотосинтеза. Локализация процессов фотосинтеза в хлоропласте.

Фотосинтетические структуры бактерий.

Пероксисомы: локализация, строение, функции.

Лекция 16. Цитоскелет – опорно-двигательная система клеток. Компоненты цитоскелета – микротрубочки, актиновые филаменты (микрофиламенты), промежуточные филаменты.

Промежуточные филаменты. Свойства промежуточных филаментов. Экспрессия разных белков промежуточных филаментов в клетках и тканях. Молекулярная организация промежуточных филаментов. Классы промежуточных филаментов. Локализация промежуточных филаментов в клетках.

Актиновые микрофиламенты. Строение молекулы/мономера актина. Изоформы актина, их экспрессия в различных типах клеток. Полимеризация актина *in vitro*. G- и F-актин. Строение актинового филамента, неравнозначность его концов. Динамика полимеризации актина. Локализация и функции актина в культивируемых клетках и в клетках организма *in situ*. Расположение актиновых филаментов в ламеллоподии, филоподии, в микроворсинках. Взаимодействие актиновых филаментов с плазмалеммой. Фокальный контакт, его строение.

Миозины. Разнообразие и общие свойства миозинов, их структура, функция и локализация. Перестройки актомиозиновой системы при распластывании клеток по субстрату и при делении клеток. Белки, регулирующие взаимодействие миозина и актина и их локализация в клетках. Роль ионов кальция в регуляции актомиозиновой системы.

Лекция 17. Микротрубочки. Строение и сборка микротрубочки, неравнозначность ее концов. Динамическое равновесие тубулина и микротрубочек. Динамика полимеризации тубулина, участие ГТФ в этом процессе. Динамическая нестабильность и тредмиллинг. Расположение микротрубочек в различных типах клеток. Белки, ассоциированные с микротрубочками (МАР). Моторные белки микротрубочек. Белки семейства кинезинов. Строение молекулы классического кинезина. Роль кинезинов во внутриклеточном транспорте. Белки семейства динеинов. Внутриклеточный транспорт, зависящий от динеина. Роль динеина в движении ресничек и жгутиков. Строение динактинового комплекса, его взаимодействие с динеином. Локализация динеина и динактинового комплекса в клетках.

Лекция 18. Центросома. Строение центросомы в клетках животных, ее динамика в клеточном цикле. Роль центросомы в инициации сборки микротрубочек и организации микротрубочек в цитоплазме. Структура и белковый состав центриолей. Материнская и дочерняя центриоли: сходства, отличия, функции. Образование центриолей. Дупликация центросомы. Поведение центросомы при изменении формы клеток и при движении клеток.

Центриоль как базальное тело жгутика и реснички, роль в формировании аксонемы. Строение, функции и принцип движения аксонемы реснички и жгутика. Пути образования ресничек.

Нецентросомные центры организации микротрубочек.

Лекция 19. Митоз. Основная цель митоза. Изменение структуры хромосом, роль конденсинов и когезинов. Основные события во время стадий митоза. Митотическое веретено, его структура, состав и организация. Механизмы формирования митотического веретена. Разрушение ядерной оболочки в прометафазе. Кинетохор, его структура, белковый состав. Варианты прикрепления кинетохоров к микротрубочкам веретена. Механизмы ассоциации микротрубочек и кинетохоров. Движение хромосом во время

прометафазы. Образование метафазной пластинки. Механизм движения хромосом в анафазе. Анафаза А и В. Основные события во время телофазы. Цитокинез и его стадии. Структура и механизм сокращения. контрактильного кольца.

Поведение органелл в митозе. Организация цитоскелета в митозе. Патология митоза. Эволюция митоза. Классификация, понятия плевро- и ортомитоза, закрытого, полужакрытого и открытого митозов.

Лекция 20. Мейотическое деление клеток. Типы мейоза. Особенности и стадии профазы 1. Конъюгация гомологичных хромосом. Кроссинговер. Синаптонемный комплекс. Особенности расхождения хромосом в первом и втором делении мейоза. Особенности созревания мужских и женских половых клеток. Отличия мейоза от митоза.

Лекция 21. Реакции клеток на повреждения. Пути гибели клеток.

Некроз, причины развития, морфологические признаки.

Понятие о запрограммированной клеточной гибели. Варианты запрограммированной клеточной гибели.

Апоптоз. Сопоставление морфологических признаков апоптоза и некроза. Методы регистрации апоптоза. Индукторы апоптоза. Рецепторный, митохондриальный, транскрипционный путь индукции апоптоза. Стресс эндоплазматического ретикулума как механизм запуска апоптоза. Последовательность процессов при апоптозе. Каскад действия каспаз. Действие нуклеаз. Р53 и апоптоз. Внутриклеточные мишени действия каспаз. Генная регуляция апоптоза. Нематода *Caenorhabditis elegans* - генетическая модель для изучения апоптоза. Гены апоптоза млекопитающих.

Промежуточная аттестация

Проведение практических занятий (изучение и зарисовывание микроскопических препаратов и электронномикроскопических фотографий) параллельно лекционному курсу. Контроль на каждом практическом занятии за правильностью наблюдений и освоения материала (оценка качества и точности рисунков), проведение промежуточных и итоговых коллоквиумов и заключительного зачета по практикуму.

Контрольные вопросы для промежуточной аттестации

Доказать генетической тотипотентности клеток многоклеточного организма.

Что такое синцитий и симпласт?

Чем определяется разрешающая способность светового микроскопа?

Чем определяется разрешающая способность электронного микроскопа?

Суть метода иммунофлуоресценции.

Суть метода FISH.

Отличия ядерных структур прокариотов и эукариотов.

Сколько молекул ДНК в одной хромосоме?

Какие есть виды гетерохроматина?

Что такое плоидность, типы плоидности.

Методы анализа длительности фаз клеточного цикла.

Какие белки участвуют в конденсации митотических хромосом?

Каковы условия выделения ядерного белкового матрикса?

В каких ядерных компонентах встречается процессинг РНК?

Что входит в состав интерхроматиновых гранул ?

Где происходит синтез ядерных белков?

Что определяет вхождение белков в ядро, митохондрии и пероксисомы?

Где синтезируются компоненты гликокаликса?

Где располагается «щель» в щелевом контакте?

С чем контактирует фокальный контакт?

Где в клетке происходит первичная и вторичная модификация белков вакуолярной системы?

Что такое хондриом?

Где происходит образование первичного крахмала в растительных клетках?

Где располагаются молекулы АТФ-синтазы в клетках бактерий, растений и животных?

Функции саркоплазматического ретикулума.

Какие клеточные структуры имеют радиально-лучевую симметрию?

Что ингибирует полимеризацию тубулинов?

Отличия в строении жгутиков бактерий и эукариотических клеток.

Каков способ цитотомии бактериальных и животных клеток?

Когда происходит редукция числа хромосом в процессе мейоза?

На какой стадии мейоза происходит активация транскрипции?

Чем отличается расхождение хромосом в первом и втором мейотическом делении?

Программированная клеточная смерть (ПКС) – почему она так называется?

Отличия некроза от апоптоза.

Является ли вирион клеткой?

Итоговая аттестация

Методы электронномикроскопического изучения клеток.

Отличия в строении клеток прокариот от эукариот.

Клеточная теория.

Периферический материал митотических хромосом.

Локализация хромосом в интерфазном ядре.

Уровни укладки ДНК в составе хромосом.

Репликация ДНК в хромосомах эукариотов и прокариотов.

Строение ядрышка.

Полиплоидия и политения, их значение.

Ядерный белковый матрикс.

Ядерная оболочка, ее ультраструктура и роль.

Кариотип, определение, методы изучения.

Структура хромосом.

Участие поровых комплексов в ядерно – цитоплазматическом транспорте.

Ядерные белки, их роль в строении и функционировании хромосом.

Строение и функции ядерной поры.

Молекулярная организация и свойства клеточных мембран.

Строение и свойства клеточных стенок растительных клеток и бактерий.

Процесс образования клеточной стенки растений.

Типы межклеточных контактов.

Проницаемость плазматической мембраны, трансмембранный перенос.

Проницаемость клеточных мембран, везикулярный перенос.

Синтез клеточных мембран.

Синтез растворимых белков в гранулярном ЭПР.

Строение и функции гладкого эндоплазматического ретикулума.

Сегрегационная роль аппарата Гольджи.

Образование вторичных лизосом.

Ко-трансляционный синтез клеточных белков.

Лизосомы, их классификация и строение.

Вакуолярная система клетки.

Вакуоли растений, их строение и функции.

Рецепторная роль плазматической мембраны.

Строение и функции гранулярного эндоплазматического ретикулума.

Микрофиламенты.

Промежуточные филаменты.

Аппараты клеточной подвижности.

Рост и образование ресничек.

Образование и рост ламеллоподий.

Актомиозиновые комплексы немышечных клеток.

Скелетно– двигательный аппарат клетки.

Компоненты цитоскелета и их характеристики.

Строение жгутиков бактерий.

Механизм движения с помощью жгутиков эукариотических клеток.

Внутриклеточные движения, связанные с микротрубочками.

Центриольный цикл.

Центриоли, их структура и поведение в клеточном цикле.

Центриоли, их структура и воспроизведение.

Аутосинтетическая система митохондрий.

Ультраструктура митохондрий.

Строение и функции митохондрий.

Митохондрии как энергетические станции клетки, синтез АТФ

Митоз.

Митоз, механизм движения хромосом в этом процессе.

Типы митотического веретена, процесс их образования.

Центриоли, кинетохор и их участие в делении клетки.

Мейоз, последовательность фаз мейоза и его значение.

Цитотомия бактериальных, растительных и животных клеток.

Клеточный цикл, его стадии и способы их изучения.

Регуляция клеточного цикла.

Апоптоз.

Литература

Ченцов Ю.С., Поляков В.Ю. Ультраструктура клеточного ядра. М., «Наука», 1974.

Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию. 4-е изд. М., ИКЦ «Академкнига», 2004.

Ченцов Ю.С. Цитология с элементами целлюлярной патологии. Учебное пособие. М., «Медицинское информационное агентство», 2010.

Георгиев Г.П. Гены высших организмов и их экспрессия. «Наука», 1989.

Епифанова О.И. Лекции о клеточном цикле. М., 2003.

Босток К., Самнер Э. Хромосома эукариотической клетки. «Мир», 1981.

Бакеева Л.Е., Ченцов Ю.С. Митохондриальный ретикулум: строение и некоторые функциональные свойства // Итоги науки и техники. Актуальные проблемы биологии, 1989, т.9, с.104-114.

Лузиков В.Н. Экзоцитоз белков (курс лекций). М., ИКЦ «Академкнига», 2006.

Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки, 2-е изд., т.1-3 // М., «Мир», 1993.

Льюин Б., Кассимерис Л., Лингаппа В.П., Плоппер Д. Клетки // М., БИНОМ, 2011.

Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P. Molecular Biology of the Cell. 5-th edition. 2007.

Pollard T., Earnshaw W.C., Lippincott-Schwartz J. Cell Biology. (2-nd edition). 2006.

Lodish H. e. a. Molecular cell biology. «W.H. Freeman and Co», 2000.

Cooper G.M., Hausman R.E. The cell, molecular approaches. 2007/

Компетенции

Студент должен на базе основ молекулярной биологии знать структурные и функциональные характеристики всех субклеточных структур и комплексов, ответственных за работу таких клеточных систем, как ядро, вакуолярная система, плазматическая мембрана, система энергетического обеспечения деятельности клетки (митохондрии и пластиды), стато-кинетическая система (цитоскелет); а также знать структуры и механизмы размножения клеток, принципы регуляции этих процессов, пути повреждения и регенерации клеточных компонентов, физиологические и структурные аспекты клеточной гибели, включая т.н. программированную клеточную смерть. Студент должен иметь представление о методах клеточной биологии, уметь идентифицировать изображения клеточных структур на микрофотографиях, полученных различными методами световой и электронной микроскопии, определять по изображению на микрофотографии использованный метод.