

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТУ БОТАНІКИ ІМ. М.Г. ХОЛОДНОГО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Інституту ботаніки ім.  
М.Г. Холодного НАН України  
24 травня 2016 р., протокол № 7

Голова вченої ради, чл.-кор. НАН України

  
С.І. Мосякін



**ПРОГРАМА**

вступних іспитів до аспірантури  
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України  
для підготовки докторів філософії (PhD)  
на третьому (освітньо-науковому рівні)  
за спеціальністю **091 Біологія**  
(спеціалізація **цитологія, клітинна біологія, гістологія**)

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Інституту ботаніки  
ім. М.Г. Холодного НАН України  
24 травня 2016 р., протокол № 7

### ПРОГРАМА

вступних іспитів до аспірантури  
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України  
для підготовки докторів філософії (PhD)  
на третьому (освітньо-науковому рівні)  
за спеціальністю **091 Біологія** (спеціалізація **цитологія, клітинна біологія, гістологія**)

#### 1. Загальні положення

Клітина – елементарна одиниця живого. Стислий нарис історії клітинної біології. Клітинна теорія А. ван Левенгука, Я. Шлейдена і Т. Шванна. Внесок у розвиток цитології, клітинної біології та гістології Р. Вірхова, К. Гольджі, С.Г. Навашина, М.К. Кольцова, Д.М. Насонова, А.С. Трошина, Г.О. Левицького, Я.С. Модилевського, П.Ф. Оксіюка, А.О. Сапегіна. Клітини прокариот та еукариот. Особливості будови клітин тварин, рослин, мікроорганізмів та грибів. Тотипотентність рослинних клітин.

Місце клітинної біології, як основи сучасних наук про живі організми, в системі біологічних дисциплін. Цілі і завдання клітинної біології на сучасному етапі її розвитку. Значення клітинної біології для медицини, сільського господарства та біотехнології.

#### 2. Методи дослідження клітин

Арсенал методів: від живих клітин до макромолекулярних комплексів. Світлова мікроскопія. Фазово-контрастна, інтерференційна, поляризаційна, флуоресцентна та конфокальна лазерна скануюча мікроскопія. Методи виготовлення препаратів для світлової мікроскопії. Сутність та методи фіксації мікрооб'єктів, забарвлення препаратів та їх укладення в бальзам, смоли, желатин. Мікротомія із використанням санних, ротаційних і кріостатних мікротомів. Метод заморожування.

Електронна мікроскопія (трансмісійна та скануюча). Методи виготовлення препаратів для електронної мікроскопії. Загальні правила та умови фіксації тканин в електронній мікроскопії. Заливка. Епоксидні смоли. Мікрофотозйомка.

Атомно-силова та зондова мікроскопія. Скануюча тунельна мікроскопія. Електросилова та магнітносилова мікроскопія.

Імуногістохімія. Основний принцип метода. Реакція антиген-антитіло. Моноклональні та поліклональні антитіла. Флуоресцентні маркери та їх візуалізація в клітинах. Поняття афінності антитіл. Імунопероксидазний метод. Способи контролю специфічності імуногістохімічної реакції.

Методи фракціонування і виділення різних органел клітин. Ультрацентрифугування. Проточна цитофлуориметрія. Флуорохроми. Застосування проточної цитофлуориметрії для визначення експресії поверхневих і внутрішньоклітинних молекул, проліферації, клітинного циклу, життєздатності, апоптозу, фагоцитозу і некрозу, продукції активних форм кисню та оксиду азоту, визначення мембранного потенціалу. Мас-цитометрія.

Метод магнітної радіоспектроскопії: ядерний магнітний резонанс, електронний парамагнітний резонанс. Рентгеноструктурний аналіз.

Культура клітин і тканин. Історія методу тканинних культур. Типи клітинних культур: первинні, вторинні, суспензійні та моношарові. Живильні середовища. Особливості культивування рослинних клітин. Методи отримання каллуса і його культивування. Методи отримання суспензійних культур. Методи отримання і підтримки культур ізольованих

протопластів. Культури клітин як інструмент наукових досліджень. Банки культур клітин людини, тварин і рослин для збереження генофонду. Біотехнології на основі культур клітин, тканин і органів рослин. Методи трансфекції. Генетичний матеріал, який використовується для трансфекції: трансформація бактеріальних клітин, виділення плазмід, рестриктний аналіз плазмід. Транз'єнтна та стабільна трансфекція. Використання стовбурових клітин в медицині та науці. Теоретичні і практичні основи отримання противірусних вакцин для тварин і людини за допомогою культур клітин. Гібридна технологія у виробництві моноклональних антитіл, напрями їх використання. Клонування тварин.

Методи якісного та кількісного аналізу експресії генів в тканинах і клітинах. Метод полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР). Детекція результатів ПЛР (метод горизонтального електрофорезу, метод вертикального електрофорезу, метод гібридизації після ампліфікації, метод гібридизації в процесі ампліфікації). ПЛР з детекцією в режимі «реального часу». Підбір праймерів для проведення якісної і кількісної полімеразної ланцюгової реакції.

### 3. Будова та функції клітин

Будова клітин прокариот і еукариот. Сучасні уявлення про походження еукариотичної клітини; ендосимбіотична гіпотеза.

Роль ядра в житті клітини: зберігання, реалізації та передачі генетичної інформації і в синтезі білка. Форма і кількість ядер. Поняття про ядерно - цитоплазматичне відношення. Загальний план будови інтерфазного ядра: хроматин, ядерце, ядерна оболонка, ламіна, порові комплекси та їхні функції. Взаємозв'язок кількості ядерних пор і інтенсивності метаболічної активності клітин. Зв'язок ядерної оболонки з ендоплазматичною мережею; роль зовнішньої мембрани в процесі новоутворення клітинних мембран. Хімічний склад і будова ядерного матрикса.

Хромосоми. Рівні структурної організації хромосом: петльові домени, білковий матрикс хромосом, ієрархія рівнів компактизації ДНК. Функції хромосом в процесі реалізації спадкової програми: інформативна, реплікативна, сегрегаційна, рекомбінаційна, транскрипційна. Хромосомні і хроматидні аберації.

Хроматин. Будова та хімічний склад. Роль основних і кислих білків в структуризації і в регуляції метаболічної активності хроматину. Гетерохроматин і еухроматин, їх функціональне значення і структуризація.

Рівні компактизації ДНК. Нуклеосомний рівень. 30 нм- фібрила - основний нативний компонент хроматину. Третій рівень компактизації ДНК - петльові домени. Хромонемний рівень укладання фібрил хроматину. Хромонеми в інтерфазних ядрах. Будова і типи мітотичних хромосом. Диференціальне забарвлення хромосом. Поняття про каріотип.

Ядерце. Хімічний склад і функції. Компоненти активного ядерця: ядерцевий організатор (фібрилярний центр), щільний фібрилярний компонент, гранулярний компонент, околядришковий гетерохроматин, білковий матрикс. Транскрипція і процесинг рибосомальної РНК.

Просторовий поділ процесів транскрипції і трансляції та їх роль в регуляції клітинного метаболізму. Елементи клітинного контролю процесу транскрипції. РНК-полімерази. Промотори, оператори, термінатори, енхансери. Регуляторні білки. Структура матричної РНК. РНК-процесинг. Інтрони і екзони. РНК-сплайсинг. Рибосомальна РНК. Механізми переносу РНК з ядра в цитоплазму.

Білок-синтезуючий апарат. Типи ендоплазматичного ретикулуму та його роль в просторовому розподілі внутрішньоклітинних процесів. Структура та роль рибосом в синтезі білка. Зв'язок рибосом з ендоплазматичним ретикулумом. Синтез білка. Перенос білка в цистерни ендоплазматичного ретикулума в процесі трансляції. Інгібітори трансляції. Антибіотики. Енергетика трансляції. Транспортна РНК. Аміноацил-РНК-синтетаза. Процесинг білків.

Цитоплазма як складно-структурована система; її хімічний склад. Компарменталізація. Гіалоплазма (цитозоль). Визначення, фізико-хімічні властивості, хімічний склад. Значення в обміні речовин і підтримці цілісності цитоплазматичних структур клітини.

Цитоплазматична мембрана (плазмалема) та мембрани органел цитоплазми. Молекулярна організація клітинних мембран та їхні функції. Хімічний склад і будова цитоплазматичної мембрани, моделі її організації. Ліпіди – фосфоліпіди, холестерин, мінорні ліпіди, гліколіпіди. Ліпідний бішар, міцели та ліпосоми. Білки – трансмембранні, периферичні, інтегральні, глікопротеїни. Полісахариди, протеоглікани, глікокалікс – склад, функція. Ліпідні рафти та їхні функції. Бар'єрна, транспортна і сигнальна функції цитоплазматичної мембрани. Поняття про пасивний і активний транспорт речовин через мембрану. Білки – переносники іонів. Натрій-калієвий насос. Іонні канали. Роль цитоплазматичної мембрани в процесах фагоцитозу і піноцитозу. Рецепторні функції цитоплазматичної мембрани. Механізми взаємодії лігандів з рецепторами. Зв'язок цитоплазматичної мембрани з елементами цитоскелету. Міжклітинні контакти, основні типи міжклітинних контактів, їх білкові компоненти. Плазмодесми. Деривати цитоплазматичної мембрани.

Пластиди. Типи пластид, їх будова та функції. Хлоропласти. Будова фотосинтетичних мембран (тилакоїдів) у прокариот та еукариот. Геном пластид та можливості його модифікації методами генної інженерії. Біогенез пластид. Проблема походження пластид. Фотофосфорильовання. Основні етапи фотосинтезу. Особливості генома пластид. Взаємозв'язок генома і пластоми рослинних клітин.

Мітохондрії. Будова, хімічний склад та функції мітохондрій. Роль мітохондрій в синтезі та накопиченні АТФ. Шляхи синтезу АТФ в клітині; анаеробний гліколіз та окислювальне фосфорильовання. Зміна структури мітохондрій в залежності від їх функціонального стану. Проблема походження мітохондрій. Геном мітохондрій та можливості його модифікації методами генної інженерії.

Загальна характеристика ендоплазматичного ретикулуму; його типи, хімічний склад та функції. Ергастоплазма. Саркоплазматичний ретикулум та його функції.

Мікротільця. Будова, функціональне значення та походження мікротілець: пероксисом та гліоксисом. Взаємодія мікротілець з іншими органелами клітини.

Апарат Гольджі. Загальна характеристика апарату Гольджі в тваринних і рослинних клітинах; його локалізація, будова, хімічний склад та функції. Формування первинних лізосом в апараті Гольджі. Вторинні лізосоми.

Біогенез вакуолі та її роль в метаболізмі рослинної клітини. Тонoplast. Хімічний склад вакуолей у нижчих та вищих рослин.

Структура і функції центріолі, реплікація, участь в діленні клітини. Аналоги центріолей у найпростіших. Зв'язок центріолярних структур з рухомістю клітини: базальні тільця.

Будова і функції клітинної оболонки рослин, її біогенез та зміни в онтогенезі рослин.

Будова, хімічний склад, локалізація та функціональне значення різного роду включень в рослинних і тваринних клітинах.

Загальні принципи організації цитоскелету. Регуляція функціонування цитоскелету. Роль цитоскелету в просторовій організації цитоплазми. Мікрофіламенти. Зв'язок мікрофіламентів з цитоплазматичною мембраною та іншими структурами клітини, їхня динаміка в процесі життя клітини. Актин-зв'язуючі білки. Проміжні філаменти, їхня структура. Актин, міозин та їхні ізоформи. Тропонін і тропоміозин, інші білки-саркомери. Механізм м'язового скорочення. Мікротрубочки. Структура тубуліну і асоційованих з ним білків. Зв'язок мікротрубочок з іншими компонентами клітини. Структура джгутиків та війок у еукариотичних клітин, принципи їх руху.

#### **4. Відтворення клітин**

Сучасні уявлення про життєвий цикл клітини. Характеристика основних фаз клітинного циклу. Механізми регуляції клітинного циклу; роль циклінів і циклін-залежних кіназ, роль цитокінів і факторів росту в його регуляції. Контрольні точки. Регуляція клітинного циклу в ембріогенезі. Реорганізація ядра і органел в мітозі. Роль реплікації ДНК. Ферменти і білки реплікації. Мітоз; фази мітозу та їх характеристика. Метаболізм клітини, яка ділиться. Регуляція мітозу, питання про пусковий механізм мітозу. Амітоз. Ендомітоз. Поняття про цитокінез. Поліплоїдія, механізм її виникнення. Політенія. Роль поліплоїдії в

диференціюванні, рості та регенерації клітин. Мейоз, типи і фази мейозу. Кон'югація хромосом, кросинговер. Біологічне значення мейозу.

## 5. Диференціювання клітин

Диференціювання клітин – виникнення гетерогенного клітинного складу організма, що забезпечує різноманітність його функцій. Розвиток фенотипічних особливостей клітин і тканин в процесі диференціювання. Синтез специфічних білків. Моделі диференціювання клітин. Меристема і особливості її диференціювання. Фактори регуляції росту рослинних клітин. Фітогормони та механізм їхньої дії. Механізми підтримання цілісності тканин. Порушення цитодиференціювання при пухлинних трансформаціях.

Мобільність геному клітини і генетична рекомбінація. Моделі генетичної рекомбінації. Регуляторне значення перебудов геному.

## 6. Вплив фізичних та хімічних факторів на клітину.

Структурні і функціональні зміни клітин і окремих клітинних компонентів в процесах реактивності та адаптації. Фізіологічна і репаративна регенерація на клітинному рівні: сутність та механізми. Механізми репарації ДНК. Ендонуклеази. ДНК-М-глікозидази. Постреплікативна репарація. Фоторепарація. Поняття про повну та неповну репарацію клітин. Теорія біологічного стресу Г.Сельє. Явище автофагії у еукаріот. Конститутивна і індукційна автофагія. Будова автофагосом. Білки ATG / APG, їх будова і функції. Особливості автофагії у рослин і тварин. Фізіологічна роль автофагії.

## 7. Патологія клітини

Класифікація програмованої клітинної загибелі. Особливості запрограмованої клітинної загибелі у рослин: вакуолярний тип клітинної загибелі, раптова некротична загибель, апоптозоподібна клітинна загибель. Апоптоз і некроз: методи реєстрації. Морфологічні ознаки апоптозу і некрозу. Молекулярні механізми апоптозу. Індуктори апоптозу (ліганди, гормони, гранзім В, опромінення, хімічні агенти). Рецепторний, мітохондріальний шлях індукції апоптозу.

### Рекомендована література:

1. Молекулярная биология клетки Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж. и др/. В 3-х т. 1994. Мир: Москва.
2. Ботаника: Морфология и анатомия растений / Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др.. 1988. Просвещение: Москва.
3. Водоросли. Справочник /Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.Н. и др./.. 1989. Наук. думка: Киев.
4. Ченцов Ю.С. Цитология: учебное пособие для университетов и медицинских вузов. 2010., Медицинское информационное агентство: Москва.
5. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин, 2-е видання. 2005. Либідь: Київ.
6. Сиволоб А.В. Молекулярна біологія : підручник. 2008. Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет»: Київ.
7. Трускавецький Є.С. Цитологія: Підручник. 2004. Вища школа: Київ.
8. Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P. Molecular Biology of the Cell, 5th edition. 2014. Garland Science: New York.
9. Kirchhoff H. (Ed.) Chloroplasts: Current Research and Future Trends. 2016. Caister Academic Press.
10. Murphy A.S., Schulz B., Peer W. (Eds.) The Plant Plasma Membrane. 2011. Springer-Verlag: Berlin.
11. Rose R.J. (Ed.) Molecular Cell Biology of the Growth and Differentiation of Plant Cells. 2016. CRC Press.