

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Державна установа
«ІНСТИТУТ ХАРЧОВОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ГЕНОМІКИ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ДУ «ІХБГ НАН України»
академік НАН України

Ярослав БЛЮМ
наказ № 22 від 29 травня 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОЛЕКУЛЯРНІ ОСНОВИ ЦИТОПЛАЗМАТИЧНОЇ СПАДКОВОСТІ

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії
галузь знань 09 «Біологія»

спеціальність 091 «Біологія та біохімія»

Шифр за ОНП – ВК 2.3.

КИЇВ – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «**Молекулярні основи цитоплазматичної спадковості**» для здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії галузі знань 09 Біологія за спеціальністю 091 Біологія та біохімія/
«28» травня 2024 року – 18 с.

Розробник:

Пірко Я.В., д.б.н., с.н.с.

Робоча програма дисципліни «**Молекулярні основи цитоплазматичної спадковості**» схвалена на засіданні вченої ради ДУ «ІХБГ НАН України» (протокол № 7 від «29» травня 2024 року).

Робоча програма дисципліни «**Молекулярні основи цитоплазматичної спадковості**» розглянута на засіданні випускового відділу геноміки та молекулярної біотехнології ДУ «ІХБГ НАН України».

Завідувач відділу академік НАН України

Ярослав БЛЮМ

27 травня 2024

© Пірко Я.В., _____ 2024 рік
© _____, 20__ рік
© _____, 20__ рік

ВСТУП

Навчальна дисципліна «**Молекулярні основи цитоплазматичної спадковості**» є складовою освітньо-наукової програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії *галузі знань* 09 Біологія за *спеціальністю* 091 Біологія та біохімія.

Дана дисципліна є навчальною дисципліною за *спеціальністю* 091 Біологія та біохімія за вибором.

Викладається у 3 семестрі II року навчання в аспірантурі в обсязі **120 год (4 кредити ECTS)** зокрема: *лекції – 22 год, практичні роботи - 18 год, самостійна робота – 80 год.* У курсі передбачено 2 *змістових модулів*. Завершується дисципліна **заліком**.

Мета дисципліни – поглиблення системного і цілісного уявлення про молекулярні основи цитоплазматичної спадковості.

Завдання –

- 1) ознайомити студентів з різними генетичними системами клітини, поглибити знання про неядерну спадковість;
- 2) ознайомити студентів зі структурою і функцією геномів органел; процесами реплікації, транскрипції та трансляції в органелах;
- 3) розкрити ключову роль ядра у функціонуванні геномів органел;
- 4) дати уявлення про взаємовідносини між геномами органел;
- 5) розкрити питання еволюції органел;
- 6) сформулювати уявлення про цитоплазматичну спадковість та навести її приклади.

В результаті вивчення навчальної дисципліни у здобувачів мають бути сформовані:

Інтегральна компетентність (ІК) Здатність розв'язувати комплексні завдання в галузі біології у процесі проведення дослідницько-інноваційної діяльності, що передбачає переосмислення наявних та створення нових цілісних знань, оволодіння методологією наукової та науково-педагогічної діяльності, проведення самостійного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення і інтегруються у світовий науковий простір через публікації.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК02. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК03. Здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК04. Здатність мотивувати людей та рухатися вперед.

ЗК05. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК06. Здатність працювати автономно та в колективі.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК01. Здатність аналізувати явища та процеси з точки зору фундаментальних загальнонаукових принципів і знань, адекватно застосовувати концептуальні та методологічні знання в галузі біології.

СК02. Здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень, зокрема, і міждисциплінарних.

СК03. Здатність критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові ідеї.

СК04. Здатність ініціювати, планувати і здійснювати комплексні оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які мають бути оприлюднені у наукових виданнях.

СК05. Здатність обирати методи та критерії оцінки досліджуваних феноменів та процесів в галузі біології відповідно до цілей та завдань наукового дослідження.

СК06. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних, електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК07. Здатність ініціювати, розробляти, реалізовувати комплексні інноваційні проекти.

СК08. Здатність оприлюднювати результатів наукових досліджень в усній і письмовій формах відповідно до національних та міжнародних стандартів у академічній спільноті та суспільстві.

СК09. Здатність дотримуватись етичних принципів, академічної доброчесності та авторського права в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК10. Здатність сформулювати системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір, навчатись упродовж життя.

СК11. Здатність використовувати закономірності та сучасні досягнення молекулярної генетики, клітинної біології, біотехнології у поєднанні з сучасним інструментарієм для дослідження біологічних систем та процесів.

В результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен:

РН01. Мати концептуальні та методологічні знання з біології і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН02. Вільно презентувати та обговорювати результати досліджень, наукові та прикладні проблеми біології державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у наукових виданнях.

РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати аналізу джерел літератури, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, експерименту) і математичного та/або комп'ютерного моделювання.

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у біології та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біології та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасного інструментарію, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати важливі теоретичні та практичні проблеми біології з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

РН08. Глибоко розуміти загальні принципи та методи біологічних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері біології та у викладацькій практиці.

РН10. Мати чіткі сучасні уявлення про структуру, тонку структуру генів, еволюцію генетичних систем клітин, біосинтез ДНК, механізми та закономірності передачі генетичної інформації від клітини до клітини, від покоління до покоління, експресію генів, що проявляються в конкретних ознаках і властивостях клітин; методи вивчення нуклеїнових кислот та розроблення нових методів і біотехнологій для практичного використання

Місце дисципліни (в структурно-логічній схемі підготовки фахівців відповідного напрямку підготовки).

Навчальна дисципліна «Молекулярні основи цитоплазматичної спадковості» є навчальною дисципліною за вибором аспіранта програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії *галузі знань* 09 Біологія за *спеціальністю* 091 Біологія і біохімія.

Дисципліна охоплює вивчення структури та функції геномів органел, їх взаємовідносин, а також роль неядерних геномів у цитоплазматичній спадковості. У ході вивчення дисципліни наводиться чи демонструється практичне застосування і значення окремих методів молекулярної генетики.

Зв'язок з іншими дисциплінами.

Основою для вивчення навчальної дисципліни «Молекулярні основи цитоплазматичної спадковості» є обов'язкові дисципліни «Архітектура цито- та нуклеоскелету та морфогенез клітин», «Геномна інженерія та синтетична біологія», «Структурна та функціональна геноміка», «Методологія наукових досліджень».

Навчальна дисципліна «Молекулярні основи цитоплазматичної спадковості» є вибірковою для засвоєння знань та вмінь у системі професійної підготовки третього (освітньо-наукового) рівня з підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії за спеціальністю 091 Біологія та біохімія.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Цитоплазматична спадковість. Характеристика пластоми.

Тема 1. Загальні відомості про роль цитоплазматичних генетичних систем в явищах спадковості у рослин **(12 год)**

Відкриття цитоплазматичної спадковості. Основні критерії цитоплазматичної спадковості. Провідна роль ядра в явищах спадковості. Основні цитоплазматичні генетичні системи у рослин.

Тема 2. Будова пластид. Будова тилакоїдних мембран. Взаємоперетворення пластид. Поділ пластид, реплікація пластидної ДНК **(12 год)**

Основні класи пластид і їх взаємоперетворення. Будова пластид. Основні групи хлоропластних білків. Морфологія тилакоїдів. Основні білкові і пігментбілкові комплекси тилакоїдних мембран. Поділ пластид, реплікація пластидної ДНК

Тема 3. Організація пластоми. Первинна структура пластидної ДНК(фізична карта хромосом пластид) **(12 год)**.

Фізична організація хлоропластної ДНК. Гени, які розміщені на хлоропластній ДНК. Номенклатура генів, що беруть участь в біосинтезі пластид. Реплікація хлоропластної ДНК. Рекомбінація хлоропластної ДНК у вищих рослин. Спадкування пластоми у вищих рослин.

Тема 4. Реалізація спадкової інформації в пластидах. Номенклатура генів які містяться у хлоропластній ДНК **(12 год)**

Характеристика хлоропластної ДНК-полімерази. Аналіз транскрипції хлоропластної ДНК. Процесинг РНК в пластидах. Транс-сплайсинг. Хлоропластна білоксинтезуюча система. Особливості будови хлоропластних рибосом.

Тема 5. Транскрипція пластидних генів. Регуляція транскрипції в пластидах **(12 год)**.

Транскрипція хлоропластної ДНК. Хлоропластні промотори. Білкові фактори, що контролюють активність промоторів. РНК полімерази пластид. Розрізання (trimming) молекул про-м РНК, РНК-сплайсинг, РНК-редакування (editing), стабілізація та збереження мРНК молекул.

Тема 6. Експресія пластидних генів – трансляційний та посттрансляційний контроль **(12 год)**

Трансляція пластидних генів. Регуляція трансляції. Послідовності Shine – Dalgarno (SD). Стадії трансляції. Полісоми.

Тема 7. Мутації пластидного геному. Ядерні гени, які кодують хлоропластні білки **(12 год)**

Мутації хлорофілдефективності і методи їх відбору. Ядерні гени, що індукують пластомні мутації. Молекулярні механізми стійкості до антибіотиків, гербіцидів, і токсинів, що кодуються пластомом. Ядерні гени білків, що входять до складу хлоропластів.

Змістовий модуль 2. Характеристика мітохондріону.

Тема 8. Поділ мітохондрій, реплікація мітохондріальної ДНК (12 год.)

Реплікація мітохондріальної ДНК.

Тема 9. Організація мітохондріальної ДНК у рослин. Гени мітохондрій у рослин
Експресія мітохондріальних генів. Транскрипція мітохондріальних генів у рослин та її регуляція. Постранскрипційна регуляція експресії геному мітохондрій рослин (14 год)

Великі та малі рекомбінантні повтори. Мітохондріальні плазмідни. Гени мітохондрій у рослин: рибосомальні гени; гени, що кодують тРНК; гени, що кодують субодиниці комплексів дихального ланцюга; гени, що кодують білки біогенезу цитохрому С. Транскрипція мітохондріальних генів рослин і її регуляція. Промотори мітохондрій. РНК-полімераза мітохондрій. Сплайсинг, РНК-редагування та процесинг кінців РНК-матриць за допомогою ендо- та екзонуклеаз.

Тема 10. Цитоплазматична чоловіча стерильність (ЦЧС). Еволюція органел (10 год)

Генетичний контроль цитоплазматичної чоловічої стерильності. Отримання нових типів чоловічої цитоплазматичної стерильності за допомогою віддаленої і соматичної гібридизації. Використання цитоплазматичної чоловічої стерильності в селекції рослин. Походження і еволюція органел. Перенесення генетичного матеріалу між органелами і ядром.

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ,
ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ, САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

| № з/п | Назва | Кількість годин | | |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|-----------|
| | | лекції | практичні | СРС |
| Змістовий модуль 1 | | | | |
| <i>Цитоплазматична спадковість. Характеристика пластоми</i> | | | | |
| 1 | Тема 1. Загальні відомості про роль цитоплазматичних генетичних систем в явищах спадковості у рослин | 2 | 2 | 8 |
| 2 | Тема 2. Будова пластид. Будова тилакоїдних мембран. Взаємоперетворення пластид. Поділ пластид, реплікація пластидної ДНК | 2 | 2 | 8 |
| 3 | Тема 3. Організація пластоми. Первинна структура пластидної ДНК(фізична карта хромосом пластид). | 2 | 2 | 8 |
| 4 | Тема 4. Реалізація спадкової інформації в пластидах. Номенклатура генів, які містяться у хлоропластній ДНК. | 2 | 2 | 8 |
| 5 | Тема 5. Транскрипція пластидних генів. Регуляція транскрипції в пластидах. | 2 | 2 | 8 |
| 6 | Тема 6. Експресія пластидних генів – трансляційний та посттрансляційний контроль. | 2 | 2 | 8 |
| 7 | Тема 7. Мутації пластидного геному. Ядерні гени, які кодують хлоропластні білки. | 2 | 2 | 8 |
| Разом за змістовим модулем 1 | | 14 | 14 | 56 |
| Змістовий модуль 2 | | | | |
| <i>Характеристика мітохондріону</i> | | | | |
| 8 | Тема 8. Поділ мітохондрій, реплікація мітохондріальної ДНК | 2 | 2 | 8 |
| 9 | Тема 9. Організація мітохондріальної ДНК у рослин. Гени мітохондрій у рослин. Експресія мітохондріальних генів. Транскрипція мітохондріальних генів у рослин та її регуляція. Посттранскрипційна регуляція експресії геному мітохондрій рослин | 4 | 2 | 8 |
| 10 | Тема 10. Цитоплазматична чоловіча стерильність (ЦЧС). Еволюція органел. | 2 | - | 8 |
| Разом за змістовим модулем 2 | | 8 | 4 | 24 |
| ВСЬОГО | | 22 | 18 | 80 |

Загальний обсяг – 120 год (4 кредити ECTS), зокрема:

Лекцій – 22 год. Практичні заняття – 18 год.

Самостійна робота – 80 год.

Змістовий модуль 1.

Цитоплазматична спадковість. Характеристика пластомеру.

ТЕМА 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО РОЛЬ ЦИТОПЛАЗМАТИЧНИХ ГЕНЕТИЧНИХ СИСТЕМ В ЯВИЩАХ СПАДКОВОСТІ У РОСЛИН (12 год)

Лекція 1. ВІДКРИТТЯ ЦИТОПЛАЗМАТИЧНОЇ СПАДКОВОСТІ. ОСНОВНІ КРИТЕРІЇ ЦИТОПЛАЗМАТИЧНОЇ СПАДКОВОСТІ. ПРОВІДНА РОЛЬ ЯДРА В ЯВИЩАХ СПАДКОВОСТІ. ОСНОВНІ ЦИТОПЛАЗМАТИЧНІ ГЕНЕТИЧНІ СИСТЕМИ У РОСЛИН (2 год)

Практичне заняття 1 (2 год)

1. Виділення рибулозо-1,5-бісфосфаткарбоксилази/оксигенази (рубіско) методом зонального центрифугування в градієнті густини сахарози.
2. Виділення органел центрифугуванням.

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Робота з літературою [5, 6].

Структура та функція рибулозо-1,5-бісфосфаткарбоксилази/оксигенази (рубіско).

Контрольні запитання та завдання:

1. Цитоплазматична спадковість.
2. Основні критерії цитоплазматичної спадковості.
3. Провідна роль ядра в явищах спадковості.
4. Основні цитоплазматичні генетичні системи у рослин

Рекомендована література:

[1-5]

ТЕМА 2. БУДОВА ПЛАСТИД. БУДОВА ТИЛАКОЇДНИХ МЕМБРАН. ВЗАЄМОПЕРЕТВОРЕННЯ ПЛАСТИД. ПОДІЛ ПЛАСТИД, РЕПЛІКАЦІЯ ПЛАСТИДНОЇ ДНК (12 год)

Лекція 2. ОСНОВНІ КЛАСИ ПЛАСТИД І ЇХ ВЗАЄМОПЕРЕТВОРЕННЯ. БУДОВА ПЛАСТИД. ОСНОВНІ ГРУПИ ХЛОРОПЛАСТНИХ БІЛКІВ. МОРФОЛОГІЯ ТИЛАКОЇДІВ. ОСНОВНІ БІЛКОВІ І ПІГМЕНТБІЛКОВІ КОМПЛЕКСИ ТИЛАКОЇДНИХ МЕМБРАН. ПОДІЛ ПЛАСТИД, РЕПЛІКАЦІЯ ПЛАСТИДНОЇ ДНК (2 год)

Практичне заняття 2 (2 год)

1. Знайомство з обладнанням лабораторії.
2. Техніка безпеки на робочому місці.
3. Приготування розчинів.
4. Молекулярний аналіз пластомних мутацій (стійкість до антибіотиків та гербіцидів).

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Робота з літературою [1, 5-7, 9-13]. Утворення пластид в рослинах.

Контрольні запитання та завдання:

1. Основні класи пластид і їх взаємоперетворення.
2. Будова пластид.
3. Основні групи хлоропластних білків.
4. Морфологія тилакоїдів.
5. Основні білкові і пігментбілкові комплекси тилакоїдних мембран.
6. Поділ пластид, реплікація пластидної ДНК

Рекомендована література:

[1, 5-7, 9-13]

ТЕМА 3. ОРГАНІЗАЦІЯ ПЛАСТОМУ. ПЕРВИННА СТРУКТУРА ПЛАСТИДНОЇ ДНК(ФІЗИЧНА КАРТА ХРОМОСОМ ПЛАСТИД) (12 год).

Лекція 3. ФІЗИЧНА ОРГАНІЗАЦІЯ ХЛОРОПЛАСТНОЇ ДНК. ГЕНИ, ЯКІ РОЗМІЩЕНІ НА ХЛОРОПЛАСТНІЙ ДНК. НОМЕНКЛАТУРА ГЕНІВ, ЩО БЕРУТЬ УЧАСТЬ В БІОСИНТЕЗІ ПЛАСТИД. РЕПЛІКАЦІЯ ХЛОРОПЛАСТНОЇ ДНК. РЕКОМБІНАЦІЯ ХЛОРОПЛАСТНОЇ ДНК У ВИЩИХ РОСЛИН. СПАДКУВАННЯ ПЛАСТОМУ У ВИЩИХ РОСЛИН (2 год).

Практичне заняття 3 (2 год)

1. Техніка безпеки на робочому місці.
2. Приготування розчинів для генетичного аналізу.
3. Генетичний аналіз пластоми.

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Трансляційний апарат пластид та його роль у розвитку рослин.

Контрольні запитання та завдання

1. Фізична організація хлоропластної ДНК.
2. Гени, які розміщені на хлоропластній ДНК. Номенклатура генів, що беруть участь в біосинтезі пластид.
3. Реплікація хлоропластної ДНК. Рекомбінація хлоропластної ДНК у вищих рослин. Спадкування пластоми у вищих рослин.

Рекомендована література:

[1-22]

Тема 4. РЕАЛІЗАЦІЯ СПАДКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ПЛАСТИДАХ. НОМЕНКЛАТУРА ГЕНІВ, ЯКІ МІСТЯТЬСЯ У ХЛОРОПЛАСТНІЙ ДНК (12 год)

ЛЕКЦІЯ 4. ТРАНСКРИПЦІЯ ХЛОРОПЛАСТНОЇ ДНК. ХАРАКТЕРИСТИКА ХЛОРОПЛАСТНОЇ ДНК-ПОЛІМЕРАЗИ. АНАЛІЗ ТРАНСКРИПЦІЇ ХЛОРОПЛАСТНОЇ

ДНК. ПРОЦЕСИНГ РНК В ПЛАСТИДАХ. ТРАНС-СПЛАЙСИНГ. ХЛОРОПЛАСТНА БЛОКСИНТЕЗУЮЧА СИСТЕМА. ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ХЛОРОПЛАСТНИХ РИБОСОМ. (2 год).

Практичне заняття 4 (2 год)

1. Техніка безпеки на робочому місці.
2. Приготування розчинів для генетичного аналізу.
3. Генетичний аналіз пластоми.

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Транскрипція хлоропластної ДНК.

Контрольні запитання та завдання

1. Транскрипція хлоропластної ДНК. Характеристика хлоропластної ДНК-полімерази. Аналіз транскрипції хлоропластної ДНК. Процесинг РНК в пластидах. Транс-сплайсинг.
2. Хлоропластна білоксинтезуюча система.
3. Особливості будови хлоропластних рибосом.

Рекомендована література:

[1-22]

Тема 5. ТРАНСКРИПЦІЯ ПЛАСТИДНИХ ГЕНІВ. РЕГУЛЯЦІЯ ТРАНСКРИПЦІЇ В ПЛАСТИДАХ. (12 год)

ЛЕКЦІЯ 5. ХЛОРОПЛАСТНІ ПРОМОТОРИ. БІЛКОВІ ФАКТОРИ, ЩО КОНТРОЛЮЮТЬ АКТИВНІСТЬ ПРОМОТОРІВ. РНК ПОЛІМЕРАЗИ ПЛАСТИД. РОЗРІЗАННЯ (TRIMMING) МОЛЕКУЛ ПРО-М РНК, РНК-СПЛАЙСИНГ, РНК-РЕДАКТУВАННЯ (EDITING), СТАБІЛІЗАЦІЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ мРНК МОЛЕКУЛ. (2 год).

Практичне заняття 5 (2 год)

1. Техніка безпеки на робочому місці.
2. Приготування буферних розчинів.
3. Ізолювання хлоропластів.

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Робота з методичними рекомендаціями по проведенню ізолювання хлоропластів.
<https://chem21.info/info/1898549/>

Контрольні запитання та завдання

1. Хлоропластні промотори. Білкові фактори, що контролюють активність промоторів.
2. РНК полімерази пластид.
3. Розрізання (trimming) молекул про-м РНК, РНК-сплайсинг, РНК-редакування (editing), стабілізація та збереження мРНК молекул.

Рекомендована література:

[1-6, 15-21]

Тема 6. ЕКСПРЕСІЯ ПЛАСТИДНИХ ГЕНІВ – ТРАНСЛЯЦІЙНИЙ ТА ПОСТРАНСЛЯЦІЙНИЙ КОНТРОЛЬ (12 год)

Лекція 6. ТРАНСЛЯЦІЯ ПЛАСТИДНИХ ГЕНІВ. РЕГУЛЯЦІЯ ТРАНСЛЯЦІЇ. ПОСЛІДОВНОСТІ SHINE – DALGARNO (SD). СТАДІЇ ТРАНСЛЯЦІЇ. ПОЛІСОМИ. (2 год).

Практичне заняття 4 (2 год)

4. Техніка безпеки на робочому місці.
5. Приготування буферних розчинів.
6. Ізолювання хлоропластів.

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Робота з методичними рекомендаціями по проведенню ізолювання хлоропластів.
<https://chem21.info/info/1898549/>

Контрольні запитання та завдання

1. Трансляція пластидних генів.
2. Регуляція трансляції. Послідовності Shine – Dalgarno (SD).
3. Стадії трансляції. Полісоми.

Тема 7. МУТАЦІЇ ПЛАСТИДНОГО ГЕНОМУ. ЯДЕРНІ ГЕНИ, ЯКІ КОДУЮТЬ ХЛОРОПЛАСТНІ БІЛКИ. (12 год)

Лекція 7. МУТАЦІЇ ХЛОРОФІЛДЕФЕКТИВНОСТІ І МЕТОДИ ЇХ ВІДБОРУ. ЯДЕРНІ ГЕНИ, ЩО ІНДУКУЮТЬ ПЛАСТОМНІ МУТАЦІЇ. МОЛЕКУЛЯРНІ МЕХАНІЗМИ СТІЙКОСТІ ДО АНТИБІОТИКІВ, ГЕРБИЦИДІВ, І ТОКСИНІВ, ЩО КОДУЮТЬСЯ ПЛАСТОМОМ. ЯДЕРНІ ГЕНИ БІЛКІВ, ЩО ВХОДЯТЬ ДО СКЛАДУ ХЛОРОПЛАСТІВ. (2 год).

Практичне заняття 7 (2 год)

1. Ознайомлення з технікою безпечного поводження з приладами для електрофорезу.
2. Приготування буферних розчинів для електрофорезу.
3. Оцінка якості пластидної ДНК за допомогою електрофорезу в агарозному гелі.
4. Підбір праймерів до ділянок хлоропластних генів.
5. Проведення ПЛР.
6. Електрофоретичний аналіз продуктів ПЛР.

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Робота з літературою.
 Виділення хлоропластної ДНК [23]

Контрольні запитання та завдання

1. Мутації хлорофілдефективності і методи їх відбору.
2. Ядерні гени, що індукують пластомні мутації.
3. Молекулярні механізми стійкості до антибіотиків, гербіцидів, і токсинів, що кодуються пластомом.
4. Ядерні гени білків, що входять до складу хлоропластів

Рекомендована література:

[23]

Змістовий модуль 2.

Характеристика мітохондріону

ТЕМА 8. ПОДІЛ МІТОХОНДРІЙ, РЕПЛІКАЦІЯ МІТОХОНДРІАЛЬНОЇ ДНК (12 год)

Лекція 8. РЕПЛІКАЦІЯ МІТОХОНДРІАЛЬНОЇ ДНК (2 год).

Практичне заняття 8 (2 год)

1. Техніка безпеки на робочому місці.
2. Приготування буферних розчинів.
3. Ізолювання мітохондрій.

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Робота з науковою літературою [17].

Роль РНК-полімерази RPOTrp в мітохондріях Arabidopsis thaliana.

Контрольні запитання та завдання:

1. Основні моделі реплікації мітохондріальної ДНК.
2. Порівняння моделей реплікації мітохондріальної ДНК з класичними еукаріотичною, прокаріотичною та вірусною моделями.
3. Ініціація реплікації. Основні мітохондріальні оріджини.

Рекомендована література:

[1-21]

ТЕМА 9. ОРГАНІЗАЦІЯ МІТОХОНДРІАЛЬНОЇ ДНК У РОСЛИН. ГЕНИ МІТОХОНДРІЙ У РОСЛИН. ЕКСПРЕСІЯ МІТОХОНДРІАЛЬНИХ ГЕНІВ. ТРАНСКРИПЦІЯ МІТОХОНДРІАЛЬНИХ ГЕНІВ У РОСЛИН ТА ЇЇ РЕГУЛЯЦІЯ. ПОСТРАНСКРИПЦІЙНА РЕГУЛЯЦІЯ ЕКСПРЕСІЇ ГЕНОМУ МІТОХОНДРІЙ РОСЛИН (14 год)

Лекція 9. ВЕЛИКІ ТА МАЛІ РЕКОМБІНАНТНІ ПОВТОРИ. МІТОХОНДРІАЛЬНІ ПЛАЗМІДИ. ГЕНИ МІТОХОНДРІЙ У РОСЛИН: РИБОСОМАЛЬНІ ГЕНИ; ГЕНИ, ЩО КОДУЮТЬ ТРНК; ГЕНИ, ЩО КОДУЮТЬ СУБОДИНИЦІ КОМПЛЕКСІВ ДИХАЛЬНОГО ЛАНЦЮГА; ГЕНИ, ЩО КОДУЮТЬ БІЛКИ БІОГЕНЕЗУ ЦИТОХРОМУ С. ТРАНСКРИПЦІЯ МІТОХОНДРІАЛЬНИХ ГЕНІВ РОСЛИН І ЇЇ РЕГУЛЯЦІЯ. ПРОМОТОРИ МІТОХОНДРІЙ. РНК-ПОЛІМЕРАЗА МІТОХОНДРІЙ. СПЛАЙСИНГ,

РНК-РЕДАГУВАННЯ ТА ПРОЦЕСИНГ КІНЦІВ РНК-МАТРИЦЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕНДО- ТА ЕКЗОНУКЛЕАЗ (4 год)

Практичне заняття 9 (2 год)

1. Техніка безпеки на робочому місці.
2. Приготування буферних розчинів.
3. Ізолювання мітохондрій.
4. Препаративне виділення рестриктних фрагментів

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Робота з методичною літературою.

Контрольні запитання та завдання:

1. Великі та малі рекомбінантні повтори.
2. Мітохондріальні плазмідні.
3. Гени мітохондрій у рослин: рибосомальні гени; гени, що кодують тРНК; гени, що кодують субодиниці комплексів дихального ланцюга; гени, що кодують білки біогенезу цитохрому С.
4. Транскрипція мітохондріальних генів рослин і її регуляція. Промотори мітохондрій. РНК-полімераза мітохондрій.
5. Сплайсинг, РНК-редагування та процесинг кінців РНК-матриць за допомогою ендо- та екзонуклеаз

Рекомендована література:

[1-22]

ТЕМА 10. ЦИТОПЛАЗМАТИЧНА ЧОЛОВІЧА СТЕРИЛЬНІСТЬ (ЦЧС). ЕВОЛЮЦІЯ ОРГАНЕЛ (10 год)

Лекція 10. ГЕНЕТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЦИТОПЛАЗМАТИЧНОЇ ЧОЛОВІЧОЇ СТЕРИЛЬНОСТІ. ОТРИМАННЯ НОВИХ ТИПІВ ЧОЛОВІЧОЇ ЦИТОПЛАЗМАТИЧНОЇ СТЕРИЛЬНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІДДАЛЕНОЇ І СОМАТИЧНОЇ ГІБРИДИЗАЦІЇ. ВИКОРИСТАННЯ ЦИТОПЛАЗМАТИЧНОЇ ЧОЛОВІЧОЇ СТЕРИЛЬНОСТІ В СЕЛЕКЦІЇ РОСЛИН. ПОХОДЖЕННЯ І ЕВОЛЮЦІЯ ОРГАНЕЛ. ПЕРЕНЕСЕННЯ ГЕНЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ МІЖ ОРГАНЕЛАМИ І ЯДРОМ (2 год)

Завдання для самостійної роботи (8 год)

Робота з літературою [22].

Цитоплазматична чоловіча стерильність та перспективи її використання в селекційно-генетичних дослідженнях рослин.

Контрольні запитання та завдання:

1. Генетичний контроль цитоплазматичної чоловічої стерильності.
2. Отримання нових типів чоловічої цитоплазматичної стерильності за допомогою віддаленої і соматичної гібридизації.
3. Використання цитоплазматичної чоловічої стерильності в селекції рослин.

4. Походження і еволюція органел.
5. Перенесення генетичного матеріалу між органелами і ядром

Рекомендована література:

[1-7, 22]

Контроль знань і розподіл балів, які отримують здобувачі

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-7, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми 8-10.

Види контролю - поточний і підсумковий.

Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять і має на меті перевірку засвоєння аспірантами навчального матеріалу. Форма проведення поточного контролю під час навчальних занять: усне опитування, письмовий контроль, тестовий, самооцінювання, перевірка практичних навичок.

Обов'язковим для заліку є відпрацювання всіх практичних занять. У випадку відсутності аспіранта, він може відпрацювати пропущене заняття у позааудиторний час (пропущених занять не може бути більше половини від загальної кількості занять).

Оцінювання за формами поточного контролю:

Коефіцієнт 2,2

| | ЗМ1 | | ЗМ2 | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| | <i>Min.</i> – 21 бал | <i>Max.</i> – 35 балів | <i>Min.</i> – 6 балів | <i>Max.</i> – 10 балів |
| Аудиторна робота | „3” x 7 = 21 | „5” x 7 = 35 | „3” x 2 = 6 | „5” x 2 = 10 |
| „3/5” – мінімальна/максимальна оцінка, яку може отримати аспірант. ¹ – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань. | | | | |

Для аспірантів, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковий мінімум 60 балів*, для здачі заліку обов'язкове проходження додаткового тестування.

Підсумковий контроль проводиться на останньому практичному занятті і складається із суми балів усіх змістових модулів.

При простому розрахунку отримаємо:

| | Змістовий модуль 1 | Змістовий модуль 2 | Залік (підсумкова оцінка) |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| Мінімум | 46 | 13 | 60 |
| Максимум | 77 | 23 | 100 |

При цьому, кількість балів:

- **1-34** відповідає оцінці «незадовільно» з обов'язковим повторним вивченням дисципліни;
- **35-39** відповідає оцінці «незадовільно» з можливістю повторного складання;
- **40-60** відповідає оцінці «задовільно» («достатньо»);
- **61-69** відповідає оцінці «задовільно»;

- **70 - 80** відповідає оцінці «добре»;
- **81 - 89** відповідає оцінці «добре» («дуже добре»);
- **90 - 100** відповідає оцінці «відмінно».

Шкала оцінювання академічної успішності аспіранта

| Рівень досягнень, % /Marks, (бали за освітню діяльність) | Оцінка ECTS/ECTS | Оцінка за національною шкалою (National grade) | Залік |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 90 – 100 | A | відмінно (Excellent) | зараховано |
| 82 – 89 | B | добре (Good) | |
| 74 – 81 | C | | |
| 64 – 73 | D | задовільно (Satisfactory) | |
| 60 – 63 | E | | |
| 35 – 59 | FX | незадовільно (Fail) з можливістю повторного складання | не зараховано |
| 1 – 34 | F | незадовільно (Fail) з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | |

Методи навчання

Пояснювально-ілюстративні, частково-пошукові, проблемного викладання матеріалу, дослідницькі.

Технічні засоби навчання

Проектор мультимедійний Epson EMP-S42, 2 , рік введення в експлуатацію – 2004; ноутбук, екран, Zoom/Google Meet — сервіси для дистанційного навчання та он-лайн консультацій.

Матеріальне забезпечення дисципліни

Аудиторії, приміщення відділу популяційної генетики, лабораторія молекулярної генетики рослин.

Рекомендована література

Основна :

1. Sager R. Cytoplasmic genes and organells. (1-st edition), 1972.
2. Sambrook J., Fritsch E. F., Maniatis T. Molecular Cloning: A Laboratory Manual. Principles of Gene Manipulation: An Introduction to Genetic Engineering 4th Ed. Blackwell Scientific, Oxford. 1989.
3. Börner Th. The discovery of plastid-to-nucleus retrograde signaling—a personal perspective // Protoplasma. 2017. DOI 10.1007/s00709-017-1104-1.
4. Busi M.V., Gomez-Lobato M.E., Rius S.P., Turowski V.R., Casati P., Zabaleta E.J., Gomez-Casati D.F., Araya A. Effect of mitochondrial dysfunction on carbon metabolism and gene expression in flower tissues of Arabidopsis thaliana // Mol. Plant. 2011. – V. 4. – P. 127-143.

5. Wicke S., Schneeweiss G.M., Pamphilis C.W., Müller K.F., Quandt D. The evolution of the plastid chromosome in land plants: gene content, gene order, gene function // *Plant Mol. Biol.* 2011. – V. 76. – P. 273-297.
6. Pfalz J., Pfannschmidt Th. Essential nucleoid proteins in early chloroplast development // *Trends in Plant Science.* 2013. – V. 18. – P. 186–194.
7. Melonek J., Oetke S., Krupinska K. Multifunctionality of plastid nucleoids as revealed by proteome analyses // *Biochim. Biophys. Acta.* 2016. – V. 1864. – P. 1016–1038.
8. Majeran W., Friso G., Asakura Y., Qu X., Huang M., Ponnala L., Watkins K.P., Barkan A., van Wijk K.J. Nucleoid-enriched proteomes in developing plastids and chloroplasts from maize leaves; a new conceptual framework for nucleoid functions // *Plant Physiol.* 2012. – V. 158. – P. 156–189.
9. Kabeya Y., Nakanishi H., Suzuki K., Ichikawa T., Kondou Y., Matsui M., Miyagishima S.Y. The YlmG protein has a conserved function related to the distribution of nucleoids in chloroplasts and cyanobacteria // *BMC Plant Biol.* 2010. – 10. 57. – P. 1-13. doi: 10.1186/1471-2229-10-57.
10. Krupinska K., Oetke S., Desel C., Mulisch M., Schäfer A., Hollmann J., Kumlehn J., Hensel G. WHIRLY1 is a major organizer of chloroplast nucleoids // *Front. Plant Sci.* 2014. – V. 5. Article 432. – P. 1-11. doi:10.3389/fpls.2014.00432.
11. Yu Q. B., Huang C., Yang Z.-N. Nuclear-encoded factors associated with the chloroplast transcription machinery of higher plants // *Frontiers in Plant Science.* 2014. – V. 5. Article 316, – P. 1-10. doi: 10.3389/fpls.2014.00316
12. Börner Th., Aleynikova A.Yu., Zubo Ya.O., Kusnetsov V.V. Chloroplast RNA polymerases: role in chloroplast biogenesis. *Biochimica et Biophysica Acta. (BBA) Bioenergetics.* 2015. V. 1847. – P. 761–769.
13. Tarasenko V.I., Katyshev A.I., Yakovleva T.V., Garnik E.Y., Chernikova V.V., Konstantinov Y.M., Koulintchenko M.V. RPOTmp, an Arabidopsis RNA polymerase with dual targeting, plays an important role in mitochondria, but not in chloroplasts // *J. Exp. Bot.* 2016. – V. 67. – P. 5657–5669.
14. Zhelayzkova P., Sharma C.V., Förstner K.U., Liere K., Vogel J., Börner Th. The primary transcriptome of barley chloroplasts: numerous noncoding RNAs and the dominating role of the plastid-encoded RNA polymerase // *The Plant Cell.* 2012. – V. 24. – P. 123–136.
15. Germain A., Hotto A.M., Barkan A., Stern D.B. RNA processing and decay in plastids. *RNA (WIREs RNA).* 2013. – V. 4. – P. 295–316.
16. Shikanai T. RNA editing in plants: Machinery and flexibility of site recognition. *Biochim. Biophys. Acta.* 2015. – V. 1847. – P. 779–785. DOI:10.1016/j.bbabi.2014.12.010
17. Tiller N., Bock R. The Translational apparatus of plastids and its role in plant development // *Molecular Plant.* 2014. –V. 7. – P. 1105–1120
18. Zhang, XF., Landis, J.B., Wang, HX. *et al.* Comparative analysis of chloroplast genome structure and molecular dating in Myrtales. *BMC Plant Biol* V.21, 219 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12870-021-02985-9>
19. Dobrogojski, J., Adamiec, M. & Luciński, R. The chloroplast genome: a review. *Acta Physiol Plant* V.42, 98 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11738-020-03089-x>

20. María J. Puertas, Mónica González-Sánchez Insertions of mitochondrial DNA into the nucleus—effects and role in cell evolution *Genome* (2020) V. 63, N.8 <https://doi.org/10.1139/gen-2019-0151>.

Додаткова:

Блюм Я.Б., Пірко Я.В., Созінов О.О., Ємець А.І., Корховий В.І., Карпов П.А., Шульга С.М., Новожилов О.В., Сорочинський Б.В., Кашеваров Г.П., Кучук М.В., Банникова М.О., Комарницький І.К., Шаховський А.М., Співак С.І. Якісний та кількісний аналіз чужинного генетичного матеріалу у рослинній сировині та продуктах харчування за допомогою методу полімеразної ланцюгової реакції: методичні рекомендації // Інститут клітинної біології та генетичної інженерії НАН України, Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України». – К., 2008.- 100 с.