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 № 15 від 28 квітня 2022 р.

ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР

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

спеціальність 091«Біологія

профілі підготовки «Біотехнологія», «Молекулярна генетика», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія»

КИЇВ – 2022

Робоча програма навчальної дисципліни **«Сучасні технології візуалізації біологічних структур»** для здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії *галузі знань* 09 «Біологія» за *спеціальністю* 091 «Біологія» за *профілями підготовки* «Біотехнологія», «Молекулярна генетика», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія»
«28» квітня 2022 року – 18 с.

Розробники:
Кравець О.А., д.б.н., с.н.с.

Робоча програма дисципліни «**Сучасні технології візуалізації біологічних структур»** схвалена на засіданні вченої ради ДУ «ІХБГ НАН України» (протокол № 6 від «28» квітня 2022 року).

Робоча програма дисципліни «Сучасні технології візуалізації біологічних структур» розглянута на засіданні випускового відділу геноміки та молекулярної біотехнології ДУ «ІХБГ НАН України».

Завідувач відділу академік НАН України Ярослав БЛЮМ

27 квітня 2022

© Кравець О.А.__, 2022 рік
© _____, 20___ рік
© _____, 20___ рік

ВСТУП

Навчальна дисципліна «**Сучасні технології візуалізації біологічних структур**» є складовою освітньо-наукової програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії *галузі знань* 09 «Біологія» за *спеціальністю* 091 «Біологія» за *профілями підготовки* «Біотехнологія», «Молекулярна генетика», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія».

Дана дисципліна є дисципліною за вибором аспіранта за ***спеціальністю*** 091 «Біологія».

Викладається у 4 семестрі ІІ курсу аспірантури **в обсязі – 90 год.** ***(3 кредити ECTS)*** зокрема: *лекції – 12 год, практичні роботи –18 год, самостійна робота – 60 год.* У курсі передбачено 3 *змістових модулі*. Завершується дисципліна **заліком.**

Мета дисципліни – засвоєння принципів і методів проведення експерименту, його планування та обробки результатів, класичних та сучасних методів мікроскопії та їх застосування на практиці, стратегії вибору оптимального типу мікроскопії, розробки та використання швидких та зручних рослинних тест-систем, способів підготовки об’єктів та використання відповідної програми для обробки результатів. Здобувачі повинні оволодіти практичним інструментарієм наукових досліджень в галузі біології, набути наукові, дослідницькі та інноваційні компетентності через наукову складову програми; вміти комплексно застосовувати їх на практиці, розв’язувати комплексні завдання в процесі проведення дослідницько-інноваційної діяльності, оволодіти методологією наукової діяльності, проведення самостійного наукового дослідження, результати якого матимуть наукову новизну, теоретичне та практичне значення і можуть бути інтегрованими у світовий науковий простір.

Завдання:

1. Формування базових знань про організм як інтегральне ціле, що базується на міжрівневій взаємодії, регуляторних зв’язках та принципах самоорганізації, про онтогенез рослин, ріст, розвиток, чергування поколінь та ядерних фаз.
2. Засвоєння тем, що охоплюють архітектоніку апікальних меристем рослин, меристем вегетативних та генеративних органів, архітектуру рослинної клітини та тканин.
3. Оволодіння концептуальними та методологічними знаннями з біології і на межі предметних галузей.
4. Відпрацювання та вдосконалення навичок для проведення наукового експерименту, його планування та обробки результатів з використанням сучасного інструментарію.
5. Вміти застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу.
6. Набуття вміння відбирати та використовувати зручні тест-системи для цитологічних та цитогенетичних досліджень, кількісно оцінювати вплив токсичних та мутагенних чинників на вегетативні та генеративні тканини рослин.
7. Оволодіння сучасними методами візуалізації біологічних структур.

1.3. Згідно з вимогами освітньо-наукової програми шляхом формування Загальних та Спеціальних компетенцій аспірант повинен:

ЗК01. Знати та розуміти предметну область та розуміти професійну діяльність:

- *основи онтогенезу рослин та рослинної клітини;*
- *структуру рослинної клітини та архітектуру твірних тканин;*
- *структуру та особливості розвитку генеративних органів та тканин;*
- *основні сучасні методи цитологічних досліджень;*
- *основні тест-системи, які можна застосовувати для проведення експериментів;*
- *методики обробки, фіксації, фарбування, мацерації тканин;*
- *методики приготування препаратів з пиляків для аналізу впливу стресових чинників довкілля;*
- *методики приготування та фотографування цитологічних препаратів з вегетативних та генеративних меристем.*

ЗК02. Бути здатним працювати в міжнародному контексті.

ЗК03. Бути здатним розробляти та управляти проектами.

ЗК04. Бути здатним мотивувати людей та рухатися вперед.

ЗК05. Бути здатним оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ЗК06. Бути здатним працювати автономно.

СК01. Бути здатним планувати і здійснювати комплексні оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у біології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямах і можуть бути опубліковані у наукових виданнях з біології та суміжних галузей.

СК02. Бути здатним усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень та/або інноваційних розробок українською та англійською мовами, розуміти англомовні наукові тексти за напрямом досліджень.

СК05. Бути здатним виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень, які проводяться..

СК06. Бути здатним ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в біології та дотичні до неї міждисциплінарні проекти.

СК07. Бути здатним дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК08. Здатність сформувати системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір.

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 напряму, отримання нових знань та/або здійснення інновацій

зокрема вміти:

- *виготовляти якісні цитологічні тимчасові препарати з рослинних меристем;*
- *обирати оптимальні методики для обробки, фіксації, мацерації тканин та фарбування апікальних рослинних меристем;*
- *проводити цитогенетичний аналіз стану кореневої меристеми;*

- *методики приготування давлених препаратів для аналізу мейозу, гаметогенезу та визначення фертильності пилку;*
- *методики приготування давлених препаратів з пиляків для визначення відсотку нередукованих пилкових зерен;*
- *виготовляти давлені препарати з тканин пиляка, аналізувати розвиток та фертильність пилку;*
- *виготовляти давлені препарати з пиляків для вивчення мейозу та його відхилень шляхом застосування різних типів мікроскопії;*
- *визначати життєздатність пилку;*
- *досліджувати пилкові трубки, що ростуть у тканинах маточки шляхом фарбування флюорохромами;*
- *виокремлювати та аналізувати насіннєві зачатки, інтактні зародкові мішки та зародки шляхом ферментативної мацерації;*
- *готувати розчини різних барвників, поживні та буферні розчини та ін.*

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 напрямах.

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.

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.

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

Навчальна дисципліна «Сучасні технології візуалізації біологічних структур» є дисципліною за вибором аспіранта з підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії *галузі знань* 09 «Біологія» за *спеціальністю* 091 «Біологія» за *профілями*

підготовки «Біотехнологія», «Молекулярна генетика», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія».

У цій дисципліні рослини вивчаються на фізіологічному, біохімічному та молекулярно-генетичному рівнях. Методи та прийоми лабораторних досліджень можуть застосовуватись як у дослідженнях суміжних наук, так і в міждисциплінарних.

Зв'язок з іншими дисциплінами.

Основою для вивчення навчальної дисципліни «Сучасні технології візуалізації біологічних структур» є обов'язкові дисципліни: «Методологія наукових досліджень», «Архітектура цито- та нуклеоскелету та морфогенез клітин», «Геномна інженерія та синтетична біологія», «Структурна та функціональна геноміка». Навчальна дисципліна «Сучасні технології візуалізації біологічних структур» є практично-орієнтованою 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 за профілями підготовки «Біотехнологія», «Молекулярна генетика», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія».

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Архітектоніка апікальних меристем рослин.

Тема 1.Проблеми онтогенезу ***(18 год).***
Проблеми онтогенезу. Основні категорії онтогенезу. Особливості онтогенезу у рослин. Механізми реалізації програми онтогенезу. Морфогенез. Онтогенез як «морфогенетичний ландшафт» Уоддінгтона. Періодизація індивідуального розвитку. Етапи онтогенезу одно- та багаторічних рослин, моно- та полікарпіків. Основні атрибути онтогенезу. еволюція онтогенезу.

Тема 2. Апікальні меристеми – критичні тканини рослин ***(20 год.)***
Будова, функції та походження кореневого апексу. Теорія гістогенів. Ініціалізація гістогенів. Відкритий і закритий тип меристеми. Дистальна і проксимальна меристеми. Архітектоніка кореневого апексу. Кореневий чохлик. Зона розтяжіння. Закладка бічних коренів. Позиційна інформація в морфогенезі кореня. Будова, функції та походження стеблового апекса. Зональність стеблового апекса. Апекс з листових примордіїв - динамічна та автономна система. Стовбурові клітини. Подібність і відмінності в структурі кореневих і стеблових апексів. Взаємодія між стебловим та кореневим апексами в процесі розвитку рослини. Гормональна регуляція розвитку. Особливості будови та функцій апікальних меристем. Вегетативні та генеративні меристеми. Мітоз та його патології.

Змістовий модуль 2. Репродуктивний розвиток рослин - критичний етап онтогенезу. Роль критичних етапів онтогенезу для оцінки дії стресових чинників.

ТЕМА 3. Репродуктивний етап онтогенезу: ініціація цвітіння та розмноження ***(20 год)***
Внутрішні і зовнішні чинники, що визначають перехід рослин від вегетативного розвитку до генеративного. Індукція цвітіння. Термоіндукція (яровизація). Фотоперіодизм. Типи фотоперіодичною реакції. Цвітіння як багатоступінчастий процес. Евокація цвітіння і її регуляція. Флоральний морфогенез. Диференціація

генеративного апексу. Флоральний морфогенез. Сучасні теорії індукції цвітіння. Природа флоральний стимулу. Гіпотези про бікомпонентну природу флорігену, про багатокомпонентний контроль цвітіння.
Способи розмноження: вегетативне, безстатеве (спорове), статеве та апоміктичне. Еволюція розмноження. Статеве розмноження, його походження і еволюція. Статевий диморфізм. Чергування поколінь і ядерних фаз. Редукція гаметофіту. Амфіміксис і апоміксис. Класифікація, походження апоміксису, роль в еволюції та значення для селекції.

Тема 4. Мейоз ***(12 год.)*.**
Походження та еволюція мейозу. Генетичний контроль мейозу. Синаптонемальний комплекс та кросинговер. Репарація\рекомбінація ДНК - основа мейозу. Особливості, походження та значення мейозу в онтогенезі. Три «джерела» мейозу. Модельні об'єкти для дослідження молекулярних механізмів мейозу. Патології мейозу у гібридів, опромінених рослин, мутантів. Цитоміксис та інші порушення ходу мейозу. Біологічне значення мейозу

Змістовий модуль 3. Ембріональні структури рослин - зручні модельні системи в клітинній біології

Тема 5. Андроцей – чоловіча генеративна система покритонасінних ***(10 год.)*.**
Розвиток та будова пиляка. Мікроспорогенез та розвиток пилку. Андроцей. Будова стінки пиляка. Тапетум: амебоїдний та секреторний. Різні типи ЦЧС (чоловічої цитоплазматичної стерильності). Формування оболонки пилкового зерна. Будова екзини та інтини. Структура і функціональні особливості вегетативної і генеративної клітин. Сперміогенез. Пилок як тест-система. Життєздатність та фертильність пилкових зерен. Ацетокарміновий та йодний методи визначення фертильності.

Тема 6. Гінецей, запилення та запліднення ***(10 год.)*.**
Гінецей. Будова маточки і насіннєвого зачатку. Типи гінецею та плацентації. Будова і типи насіннєвих зачатків. Жіночий археспорій, його типи. Типи зародкових мішків. Формування та розвиток зародкового мішка Poligonum-типу Методи виділення насінних зачатків та зародкових мішків: мацерація за допомогою ферментів та кислот. Типи запилення. Проростання пилку та ріст ПТ. Будова органів розмноження. Походження та еволюція квітки. Запилення та запліднення.

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

№ з/п	Назва лекції	Кількість годин		
		лекції	практичні	СРС
	Змістовий модуль 1 *Критичні етапи онтогенезу рослини та їхня роль для оцінки дії стресових чинників різної природи*			
1	**Тема 1**. *Проблеми онтогенезу*	4	2	12
2	**Тема 2.** *Меристеми - критичні тканини рослин*	4	4	12
Разом за змістовим модулем 1		***8***	***6***	***24***
	Змістовий модуль 2. *Репродуктивний розвиток рослин*			
3	**Тема 3**. *Репродуктивний етап онтогенезу*	4	4	12
4	**Тема 4.** *Мейоз*		4	8
Разом за змістовим модулем 2		***4***	***8***	***20***
	Змістовий модуль 3. *Ембріональні структури як модельні системи в клітинній біології*			
5	**Тема 5.** *Андроцей - чоловіча генеративна система покритонасінних*		2	8
6	**Тема 6.** *Гінецей, запилення та запліднення*		2	8
Разом за змістовим модулем 3			***4***	***12***
ВСЬОГО		**12**	**18**	**60**

Загальний обсяг – ***90*** *год.* ***(3 кредити ECTS)***, *у* тому числі:
Лекцій – ***12*** *год.*
Практичні заняття –***18*** *год*
Самостійна робота – ***60*** *год.*

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

Критичні етапи онтогенезу рослини та їхня роль
для оцінки дії стресових чинників різної природи

ТЕМА 1. *ПРОБЛЕМИ ОНТОГЕНЕЗУ (**18 год**).*

Лекція 1. *ОСОБЛИВОСТІ ОНТОГЕНЕЗУ У РОСЛИН. (**2 год.**)*

Практичне заняття 1 (1 год)

1. *Рослина як автотрофна ендосимбіотична екосистема.*
2. *Основні категорії та атрибути онтогенезу.*

Завдання для самостійної роботи (6 год.)

Цитодиференціровка, дедиференціровка, тотипотентність
Механізми реалізації програми онтогенезу.
Морфогенез, його прояви: кореляції, полярність, "ефект положення", симетрія.
«Морфогенетичний ландшафт» Уоддінгтона.
Життєвий цикл

Контрольні запитання та завдання

1. Предмет та основні категорії онтогенезу.
2. Механізми реалізації програми онтогенезу.
3. Морфогенез і ріст.
4. Цитодиференціація, дедиференціація, тотипотентність.
5. Життєвий цикл.
6. Особливості онтогенезу рослин.
7. Механізми реалізації програми онтогенезу.
8. Морфогенез та його прояви.
9. «Морфогенетичний ландшафт» Уоддінгтона.
10. Основні атрибути онтогенезу.

Література:

[4-7, 15, 20, 23-24, 29, 31, 34]

Лекція 2. *ПЕРІОДИЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РОЗВИТКУ. КРИТИЧНІ ЕТАПИ ОНТОГЕНЕЗУ РОСЛИНИ (**2 год.**)*

Практичне заняття 2 (1 год.)

Використання критичних етапів онтогенезу для оцінки дії стресових факторів.

Завдання для самостійної роботи (6 год.)

Спокій насіння. Проростання насіння.
Ювенільний етап розвитку рослини.
Характерні риси ювенільності, її причини.
Етап розмноження
Етап старіння та його значення

Контрольні запитання та завдання

1. Періодизація індивідуального розвитку рослин.
2. Критичні етапи онтогенезу рослини.
3. Ембріональний етап онтогенезу.
4. Спокій насіння. Проростання насіння.
5. Ювенільний етап розвитку рослини.
6. Ювенільний етап розвитку рослини, його фази.
7. Характерні риси ювенільності, її причини.
8. Етап розмноження.
9. Етап старіння та його значення

Рекомендована література:
[4-7, 15, 20, 23-24, 28, 29, 31,38, 39]

Тема 2. *АПІКАЛЬНІ МЕРИСТЕМИ - КРИТИЧНІ ТКАНИНИ РОСЛИН* ***(20 год.)***

Лекція 3. *БУДОВА, ФУНКЦІЇ ТА ПОХОДЖЕННЯ КОРЕНЕВОГО АПЕКСУ* ***2 год.***

Практичне заняття 3 (2 год.)
1. *Дистальна і проксимальна меристеми.*
2. *Теорія гістогенів. Архітектоніка кореневого апексу.*
3. *Центр спокою.*

Завдання для самостійної роботи (6 год.)
Типи кореневої системи.
Типи АМК (апікальної меристеми кореня). *Відкритий і закритий типи меристеми.*
Стовбурові клітини кореня.
Кореневий чохлик.
Зона розтягнення. Закладка бічних коренів.

Контрольні запитання та завдання
1. Типи кореневої системи.
2. Типи АМК. Відкритий і закритий типи меристеми.
3. Дистальна і проксимальна меристема.
4. Теорія гістогенів. Архітектоніка кореневого апексу.
5. Центр спокою.
6. Стовбурові клітини кореня.
7. Кореневий чохлик.
8. Зона розтягнення. Закладка бічних коренів.

Рекомендована література:
[20, 21, 23, 24, 28, 36, 39]

Лекція 4. *БУДОВА, ФУНКЦІЇ ТА ПОХОДЖЕННЯ СТЕБЛОВОГО АПЕКСА* ***(2 год.)***

Практичне заняття 3 (2 год)
1. *Апікальні меристеми - критичні тканини рослин.*
2. *Зональність стеблового апекса.*
3. *Апекс з листовими примордіями.*

Завдання для самостійної роботи (6 год.)

Взаємодія між стебловим та кореневим апексом в процесі онтогенезу.
Органогенний потенціал стеблового апексу.
Подібність і відмінності в структурі кореневих і стеблових апексів..
Етапи органогенезу стеблового апексу .

Контрольні запитання та завдання

1. Критичні тканини рослин.
2. Зональність стеблового апекса.
3. Апекс із листовими примордіями.
4. Взаємодія між стебловим та кореневим апексом в процесі розвитку рослини.
5. Подібність і відмінності в структурі кореневих і стеблових апексів.
6. Етапи органогенезу стеблового апексу.

Рекомендована література:

[20, 21, 23, 24, 26-28, 36, 39]

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

Репродуктивний розвиток рослин

ТЕМА 3. *РЕПРОДУКТИВНИЙ ЕТАП ОНТОГЕНЕЗУ* ***(20 год.)***

Лекція 5. *ІНІЦІАЦІЯ ЦВІТІННЯ* ***(2 год.)***

Практичне заняття 3 (2 год)

1. *Флоральний морфогенез.*
2. *Диференціація генеративного апексу.*
3. *Приготування препаратів зі стеблової меристеми для дослідження органогенного потенціалу меристеми та стадії органогенезу на проростках квасолі різного віку.*
4. *Особливості перехідного етапу розвитку. Будова генеративної меристеми.*

Завдання для самостійної роботи (6 год.)

Цвітіння як багатоступінчастий процес.
Евокація цвітіння та її регуляція.
Сучасні теорії індукції цвітіння.
Природа флорального стимулу. Гіпотези щодо природи флорігену, (бікомпонентну та багатокомпонентну).

Контрольні запитання та завдання

1. Внутрішні і зовнішні чинники, що визначають перехід рослин до репродуктивного стану.
2. Індукція цвітіння. Термоіндукція (яровизація).
3. Фотоперіодизм. Типи фотоперіодичною реакції.
4. Цвітіння як багатоступінчастий процес.
5. Евокація цвітіння.
6. Флоральний морфогенез.
7. Сучасні теорії індукції цвітіння.

8. Природа флоральний стимулу.

Рекомендована література:
[1, 7, 20, 22, 23-24, 26-27, 33-35, 38, 40]

Лекція 6. *РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН* ***(2 год.)***

Практичне заняття 3 (2 год)
1. *Будова репродуктивних органів вищих рослин.*
2. *Флоральний морфогенез на прикладі актиноморфних та зигоморфних квіток.*
3. *Приклади вегетативного, безстатевого (спорового), статевого та апоміктичного типів розмноження.*

Завдання для самостійної роботи (6 год.)
Вегетативне розмноження, клонування та його значення.
Апомікисис, основні типи та еволюційне значення.
Будова та еволюція репродуктивних органів покритонасінних, її основні закономірності.
Теорії походження та еволюція квітки.

Контрольні запитання та завдання
1. Будова репродуктивних органів вищих рослин.
2. Флоральний морфогенез на прикладі актиноморфних та зигоморфних квіток.
3. Вегетативн та безстатеве (спорове) розмноження
4. Статеве розмноження та його еволюційне значення.
5. Апоміктичне розмноження та його значення.
6. Основні типи апомікисису.
7. Будова та еволюція репродуктивних органів покритонасінних.
8. Основні закономірності еволюції гаметофіту.
9. Теорії походження та еволюція квітки.

Рекомендована література:
[1, 7,8, 17, 20-22, 28, 8-40]

Тема 4. *МЕЙОЗ* ***(12 год.)*****.**

Практичне заняття (4 год.)
1. *Модельні об'єкти для дослідження молекулярних механізмів мейозу.*
2. *Вивчення проходження мейозу (на препаратах пиляків жита та традесканції).*
3. *Пахітенний аналіз хромосом. Підрахунок хромосом.*
4. *Патології мейозу (у гібридів, опромінених рослин, мутантів).*
5. *Цитоміксис.*
6. *Мета-, анафазний метод аналізу порушень мейозу.*

Завдання для самостійної роботи **(8 год.)**
Походження та еволюція мейозу..
Репарація\рекомбінація ДНК в профазі І.
Генетика і біохімія мейозу.

Типи мейозу та чергування ядерних фаз та поколінь.
Біологічне значення мейозу.

Контрольні запитання та завдання

1. Фази мейозу, їх особливості та відмінності від мітозу.
2. Репарація\рекомбінація ДНК в профазі1.
3. Походження та еволюція мейозу.
4. Генетика і біохімія мейозу.
5. Типи мейозу та чергування ядерних фаз та поколінь.
6. Патології мейозу.
7. Цитоміксис.
8. Біологічне значення мейозу

Рекомендована література:

[3,8, 20-21, 28, 36, 38-40]

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3

Ембріональні структури як модельні системи в клітинній біології

Тема 5. *АНДРОЦЕЙ - ЧОЛОВІЧА ГЕНЕРАТИВНА СИСТЕМА ПОКРИТОНАСІННИХ* ***(10 год.)***.

Практичне заняття (2 год.)

1. *Виготовлення давлених препаратів для аналізу будови пиляка та його стінки.*
2. *Виготовлення давлених препаратів для дослідження мікроспорогенезу.*
3. *Виготовлення давлених препаратів для дослідження розвитку пилкового зерна та сперміогенезу.*
4. *Різні типи ЧЦС (чоловічої цитоплазматичної стерильності) на прикладі кукурудзи та жита.*
5. *Пилок як тест-система. Життєздатність та фертильність пилкових зерен. Ацетокарміновий та йодний методи визначення фертильності.*

Завдання для самостійної роботи (8 час)

Будова та розвиток пиляка.
Типи розвитку стінки пиляка. Значення тапетума.
Типи чоловічого гаметофіту.
ЧЦС, її генетична основа.
Формування оболонки пилкового зерна. Будова екзини та інтини.
Структура і функціональні особливості вегетативної і генеративної клітин. Сперміогенез.

Контрольні запитання та завдання

1. Будова та розвиток пиляка.
2. Типи розвитку стінки пиляка.
3. Типи тапетума та його значення.
4. Типи ЦЧС, її генетична основа..
5. Мікроспорогенез.
6. Типи чоловічого гаметофіту.

7. ЧЦС, її генетична основа.
8. Структура і функціональні особливості вегетативної і генеративної клітин. Сперміогенез.
9. Формування оболонки пилкового зерна. Будова екзини та інтини.
10. Методи визначення фертильності пилку.

Рекомендована література:
[2-3, 5, 8, 20, 21, 28, 36, 38-40]

Тема 6. *ГІНЕЦЕЙ, ЗАПИЛЕННЯ ТА ЗАПЛІДНЕННЯ* ***(10 год.)***

Практичне заняття (2 год)
1. *Методи виділення насіннєвих зачатків та зародкових мішків: мацерація за допомогою ферментів та кислот*
2. *Будова насіннєвого зачатка.*
3. *Типи запилення та їх значення*

Завдання для самостійної роботи (8 год)
Типи гінецею та плацентації
Типи насіннєвого зачатка.
Класифікація типів жіночого гаметофіту.
Загальнобіологічне значення подвійного запліднення.

Контрольні запитання та завдання
1. Будова насіннєвого зачатка.
2. Типи гінецею та плацентації
3. Типи насіннєвого зачатка.
4. Класифікація типів жіночого гаметофіту.
5. Типи запилення та їх значення.
6. Запилення та запліднення
7. Загальнобіологічне значення подвійного запліднення.

Рекомендована література:
[2-3, 5, 8, 20-25, 28, 30, 36, 38-40]

Контроль знань і розподіл балів, які отримують здобувачі

Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою.

У змістовий модуль 1 (ЗМ1) входять теми 1-2, у змістовий модуль 2 (ЗМ2) – теми 3-4, у змістовий модуль 3 (ЗМ3) – теми 5-6.

Види контролю – поточний і підсумковий.

Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять і має на меті перевірку засвоєння студентами 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 студента, він може відпрацювати пропущене заняття у позааудиторний час

(пропущених занять не може бути більше половини від загальної кількості занять).

Оцінювання за формами поточного контролю:

	ЗМ1		***ЗМ2***		***ЗМ3***	
	Min. – 20 балів	*Max. – 33 бали*	*Min. – 20 балів*	*Max. – 34 бали*	*Min. – 20 балів*	*Max. – 33 бали*
Усна відповідь	*„5” х 3 = 15*	*„9” х 3 = 27*	*„4” х 4 = 16*	***„7”** х 4 = 28*	*„8” х 2 = 16*	*„12” х 3 = 24*
Доповнення	*0,7*	*1*	*0,5*	*1*	*1*	*1,5*
Виступ	*1*	*1*	*0,5*	*1*	*1*	*3*
„3”– мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати студент. [1]– мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань.						

Для студентів, 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	Змістовий модуль 3	Залік (підсумкова оцінка)
Мінімум	20	20	20	60
Максимум	**33**	**34**	**33**	**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 освітнюдіяльність)	Оцінка ЄКТС/ECTS	Оцінка за національною шкалою (Nationalgrade)
90 – 100	**A**	**відмінно** (Excellent)
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
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, обладнання відділу клітинної біології та біотехнології.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Botanical microscopy. Ed. A.W. Robards, Oxford science publications, 1985. – 368 p.
2. *Heidstra Renze, Sabrina Sabatin*. Plant and animal stem cells: similar yet different -Nat Rev Mol Cell Biol. 2014 May;15(5):301-12. DOI: 10.1038/nrm3790
   Nathan S. Claxton, Thomas J. Fellers, and Michael W. Davidson. Laser scanning confocal microscopy. - UCC 1-35. https://www.ucc.ie › imagegallery › confocalgallery.
3. *Olson J.* Perspectives on structural molecular biology visualization: from past to present. J Mol Biol. 2018. 430(21): 3997–4012. doi: 0.1016/j.jmb.2018.07.009.
4. *Rutishauser R.* EvoDevo: Past and future of continuum and process plant morphology. Philosophies. 2020; 5:41. DOI:10.3390/philosophies5040041 1–38
5. Visualizing biological data-now and in the future. *Sean O' DonoghueSean O' DonoghueAnne-Claude GavinAnne-Claude GavinNils et al.* 2010. Nature Methods 7(3 Suppl):S2-4 DOI: 10.1038/nmeth.f.301.
6. *Wolf YuI, Koonin EV.* Genome reduction as the dominant mode of evolution. Bioessays. 2013; 35:829–837. https://doi.org/10.1002/bies.201300037
7. *Xu, F,* et *al.* (2020) Three-dimensional nanoscopy of whole cells and tissues with in situ point spread function retrieval. *Nature Methods*. doi.org/10.1038/s41592-020-0816-x.
8. *Аксенова Н.П., Баврина Т.В., Константинова Т.Н.* Цветение и его фотопериодическая регуляция.- М.: Наука, 1973. - 295 с.
9. *Банникова В.П., Хведынич О.А.* Основы эмбриологии растений. – К.: Наук. думка, 1982. – 164 с.
10. *Батыгин Н.Ф.* Онтогенез высших растений. - М.:Агропромиздат,1988. – 101 с.
11. *Белоусов Л.В.* Основы общей эмбриологии. – Изд. Моск.унив.- М.: Наука, 2005.- 367 с.

12. Биология развития культурных растений. Под ред. проф. Ф.М. Куперман. - М.: Высш. школа, 1982. - 343 с.
13. *Блюм Я. Б., Я.А. Шеремет, Ю.А. Красиленко, А. І. Ємець.* Конфокальна мікроскопія у центрі користування унікальними приладами при Інституті харчової біотехнології та геноміки НАНУ. Наука та інновації, Т. 5, № 2. - 2009. – С. 82-91.
14. *Богданов Ю.Ф.* Эволюция мейоза одноклеточных и многоклеточных эукариот. Ароморфоз на клеточном уровне // Журн. общ. биологии. 2008. Т. 69. № 2. С. 4102-117.
15. *Ермаков И.П., Матвеева Н.П., Брейгина М.А.* Физиология гаплоидного поколения семенніх растений. Изд-во МГУ. М., 2016. 276 с.
16. *Єсау К.* Анатомия растений. - М.: Мир, второе изд. 1980. – Т.1, 2 – 558 с.
17. *Исаева В. В.* Синергетика для биологов. Вводный курс. М.: Наука. 2005. 158 с.
18. История биологии с начала XX века и до наших дней./Под. Ред. Бляхера Л.Я.- М.: Наука, 1975. – 660 с.
19. *Кашин А. С.* Гаметофитный апомиксис как неустойчивая система семенного размножения у цветковых. Саратов : Научная книга, 2006. 310 с.
20. *Кларк Э. Р., Эбенхард К. Н.* Микроскопические методы исследования материалов. Техносфера, 2007.- 375 с.
21. *Назаров В.И.*. Эволюция не по Дарвину. Смена эволюционной модели. Изд.2-е.– М.: Изд. ЛКИ, 2007. –520 с.
22. *Паламарчук И.А.* Эмбриология растений.- М:Изд-во МГУ, 1970 – 136 с.
23. *Паушева З.П.* Практикум по цитологии растений. - М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
24. *Поддубная-Арнольди В.А.* Цитоэмбриология покрытосеменных растений. - М: Наука, 1976. – 507 с.
25. *Полевой В.В.* Физиология растений. - М.: Высшая школа, 1089. – 464 с.
26. *Полевой В.В., Саламатова Т.С.* Физиология роста и развития растений. -Ленинград: Изд-во ЛГУ,1991. - 338 с.
27. *Ростовцева З.П.* Верхушечная меристема.- М.: Изд-во МГУ, 1969. – 80 с.
28. *Ростовцева З.П.* Рост и дифференциация органов растения. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. - 152 с.
29. Световая микроскопия в биологии. Методы. Под ред. А.Лейон. - М.: Мир, 1992.-462 с.
30. *Тахтаджян А.Л.* Происхождение и расселение цветковых растений. - Л.: Наука, 1970. – 146 с.
31. *Уоринг Ф., Филипс И.* Рост растений и дифференцировка. -М.: Мир, 1984. - 512 с.
32. Цитологическая и цитоэмбриологическая техника (для исследования культурных растений) Методические указания (под редакцией д.б.н. Л.И.Орел). Ленинград 1982.
33. *Чайковский Ю.В.* Наука о развитии жизни. Опыт теории эволюции. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. - 712 с.
34. *Чайлахян М. Х.* Регуляция цветения высших растений. — М.: «Наука», 1988.- 500с.
35. *Чельцова Л.П.* Рост конусов нарастания побегов в онтогенезе растений. - Новосибирск: Наука, 1980. - 191 с.
36. *Ченцов Ю.С.* Общая цитология. - М.: Изд-во МГУ,1984. – 350 с.
37. Электронная микроскопия клеток и тканей. Отв. Ред. П.П.Румянцев. - Л.: Наука, 1990. – 144 с.

38. Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. Т.1-4. СПб: Мир и семья, 1997/1998.