

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Інститут клітинної біології та генетичної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ІКБГІ НАН України,
академік НАН України



Микола КУЧУК

10 липня 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теоретичні основи генетики еукаріот

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

галузь знань 09 «Біологія»

спеціальність 091 «Біологія та біохімія»

профілі підготовки
«Біотехнологія», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія», «Радіобіологія»

Шифр за освітньо-науковою програмою – ВК 2.02

Робоча програма навчальної дисципліни «Теоретичні основи генетики еукаріот» для здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії галузі знань 09 «Біологія» за спеціальністю 091 «Біологія та біохімія» за профілями підготовки «Біотехнологія», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія», «Радіобіологія».

9 липня 2024 року – 13 с.

Укладач програми:

Богдан МОРГУН,
заступник директора з наукової роботи,
в.о. зав. відділу молекулярної генетики
ІКБГІ НАН України, д.б.н.



(підпис)

Робоча програма навчальної дисципліни «Теоретичні основи генетики еукаріот» схвалена на засіданні вченої ради ІКБГІ НАН України (протокол № 7 від 9 липня 2024 року).

Робоча програма розглянута та схвалена на засіданні відділу молекулярної генетики ІКБГІ НАН України.

В.о. завідувача відділу д.б.н.



(підпис)

Богдан МОРГУН

8 липня 2024 року

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Теоретичні основи генетики еукаріот» є складовою освітньо-наукової програми підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктор філософії галузі знань 09 «Біологія» за спеціальністю 091 «Біологія та біохімія» за профілями підготовки «Біотехнологія», «Цитологія, клітинна біологія, гістологія» та «Радіобіологія» і є обов'язковою навчальною дисципліною.

Викладається на I курсі аспірантури в обсязі – **90 годин (3 кредити ECTS)**, з них: лекції – 40 годин, семінари – 10 годин, самостійна робота – 40 годин. У курсі передбачено 2 змістових модулі. Дисципліна завершується диференційованим заліком.

Мета викладання і вивчення дисципліни полягає в ознайомленні аспірантів із предметом та історичними аспектами генетики еукаріот, особливостями будови і функціонування ядерного та цитоплазматичних геномів рослин, тварин, людини, не хромосомним успадкуванням, генетикою окремих організмів та сучасними досягненнями селекції, геноміки та біологічної інженерії, які базуються на генетичних знаннях.

Завдання:

1. сформувати уявлення про базові принципи функціонування генетичних систем живих організмів;
2. познайомити з можливостями різноманітних методів у генетиці рослин, тварин, людини;
3. дати уявлення про сучасні тенденції та ключові напрямки фундаментальних досліджень;
4. на основі системних наукових знань розвинути вміння проводити прикладні наукові дослідження з генетики еукаріот.

У результаті вивчення цієї навчальної дисципліни аспірант повинен:

знати:

- місце та значення генетики еукаріот у системі біологічних знань;
- взаємозв'язок між генетикою та біоінженерією з оглядом на біобезпеку;
- практичне значення генетики організмів для вирішення низки проблем у сільському господарстві, рослинництві, тваринництві та медицині;
- розрізняти за структурою геному та каріотипу диплоїдні, авто- та алополіплоїдні форми;
- за наявності статевих хромосом аналізувати генетичний контроль статі;
- основні методи, що застосовуються у генетиці, завдання, напрямки та їх основні проблеми згідно сучасних світових потреб;

вміти:

- на основі аналізу алелів різних локусів визначати можливі результати схрещування рослин, тварин;
- базуючись на вивченні генетичного контролю ознак окремих культур визначати морфологічні особливості важливих сільськогосподарських рослин та передбачати результати гібридизації;

- використовувати загально доступні бази даних мережі Internet, отримувати необхідну інформацію щодо використання сучасних методів у генетиці еукаріот;
- самостійно вивчати найновішу наукову літературу з генетики еукаріот;
- складати дослідницькі програми з використанням як типових так і нетрадиційних методів генетики.

володіти:

- навичками кваліфіковано планувати і проводити експерименти та наукові дослідження у галузі генетики еукаріот;
- досвідом здійснювати обробку й аналіз отриманих результатів дослідів;
- критичним баченням щодо оцінки ефективності тих чи інших генноінженерних прийомів у порівнянні із загальносвітовою практикою;
- навичками вміти передбачати та пропонувати ймовірні шляхи впровадження різних наукових відкриттів у виробництво;
- практикою презентацій теоретичних засад та навчання прийомам, методам роботи у галузі генетики еукаріот.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.

Змістовий модуль 1. Особливості генетики рослин, тварин і людини.

Тема 1. Структурна організація ядерного геному.

Предмет і завдання генетики рослин. Історичні аспекти генетики рослин, геноми рослинної клітини. Методологія. Термінологія. Головні особливості будови рослинної клітини. Клітинний цикл. Динаміка вмісту ДНК в мітозі. Каріотип. Еу-, гетерохроматинові ділянки диференціально забарвлених хромосом. В-хромосоми. Біологічне значення мейозу. Геноми рослинної клітини. Особливості геному рослин. Класи послідовностей у геномі рослин. Унікальні гени. Повтори у геномі. Гомогенні та гетерогенні генні сімейства. Сателітна ДНК рослин. Чергування унікальних та повторюваних послідовностей. Еволюція генних послідовностей у рослин.

Тема 2. Цитоплазматична спадковість і пластидний геном.

Внутрішньоклітинна локалізація факторів спадковості. Плазмон. Особливості передачі генів пластоми та хондріому. Критерії нехромосомного успадкування. Соматична сегрегація. Методи дослідження структури та функцій пластоми. Походження ДНК органел. Хлоропластний геном вищих рослин. Розмір та нуклеотидний склад хлоропластної ДНК. Плоїдність геному пластид. Нуклеоїди хлоропластів. Типи нуклеоїдів. Організація геномів пластид. Надмолекулярна структура оргanelьної ДНК. Асоціація з мембранами. Розмір хлоропластного геному. Фізичні карти хлоропластної ДНК.

Тема 3. Мітохондріальний геном.

Особливості мітохондріального геному рослин, тварин і людини. Мітохондрії – самовідновлювальні органели клітини. Структурна організація мітохондрій. Функції мітохондрій. Розміри мітохондріального геному у рослин.

Напівавтономність синтезу білка. Нуклеоїдні структури мітохондрій. Гомологія структури геномів клітинних органел та ядра. Цитоплазматична чоловіча стерильність. Ознаки, контрольовані генами цитоплазми і ядра. Цитоплазматична чоловіча стерильність (ЦЧС) у різних видів рослин. Морфологічні особливості рослин з ЦЧС. Мейоз у рослин з ЦЧС. Типи ЦЧС у кукурудзи. Гени-відновлювачі фертильності. Роль мітохондріального геному у цитоплазматичній чоловічій стерильності.

Тема 4. Механізми визначення статі.

Хромосомні механізми визначення статі. Гаметофіти вищих рослин. Термінологія. Статеві механізми. Статеві хромосоми. Гомогаметність та гетерогаметність визначення статі у рослин. Особливості генетичного контролю статі в еукаріот. Типи генетичного контролю статі. Життєздатність статевих форм. Генетичний контроль статі у однодомних видів. Морфологічні особливості роздільностатевих однодомних видів. Контроль статі у однодомних видів. Чоловічий та жіночий гаметофіти у кукурудзи. Генна чоловіча стерильність. Мутації жіночої стерильності у кукурудзи. Гени озерних волотей. Генні мутації, які обумовлюють зміни статі у рослин.

Тема 5. Інбридинг, самостерильність та самофертильність.

Інбридинг у рослин, тварин, людини. Особливості самозапилення у перехреснозапильних культур. Історичні аспекти дослідження інбридинга. Інбридинг – аналізатор генетичної структури популяцій. Схрещування самозапилених ліній. Успадкування ознак при інбридингу. Вплив інбридингу на структуру популяцій. Зміна інбридинга і кросбридинга. Самостерильність та самофертильність у рослин. Генетичні механізми самостерильності. Облігатні та факультативні автогамні рослини. Самостерильність перехреснозапильних рослин. Причини самостерильності. Генетичні основи самофертильності. Вплив умов середовища на псевдофертильність рослин.

Тема 6. Генетичні системи несумісності.

Гетероморфна та гомоморфна несумісність. Самонесумісність як система попередження інбридинга. Особливості гетероморфної несумісності. Гетеростилія у гречки. Гомоморфна несумісність, її типи. Серія множинних алелей при гаметофітному контролі несумісності. Спорофітна несумісність. Особливості міжалельних взаємодій при спорофітному контролі несумісності. Еволюція несумісності. Полігенна основа несумісності як фактор еволюції систем розмноження. Будова гена несумісності. Димерна гіпотеза несумісності. Зчеплення S – локусів з морфологічними маркерами. Мутаційне виникнення самофертильності. Експериментальне подолання самостерильності. Практичне використання явища самонесумісності.

Тема 7. Особливості генетичного контролю господарсько-корисних ознак.

Генетичні основи проведення гібридологічного аналізу. Основні етапи проведення генетичного аналізу. Принципи і методи побудови генетичних карт. Цитологічні та генетичні карти. Генетична номенклатура. Використання моносомного аналізу для локалізації генів пшениці. Гени морфологічних ознак.

Гени фізіологічних ознак. Генетичний контроль ознак якості пшениці. Генетичні особливості жита та тритикале. Значення гібридизації та поліплоїдії для створення нових форм жита. Автостерильність та автофертильність видів жита. Гени морфологічних та деяких інших ознак жита. Генетика тритикале. Генетична система класифікації тритикале. Практична цінність тритикале. Генетичне поліпшення сортового матеріалу господарсько важливих злаків.

Тема 8. Генетичні основи стійкості до хвороб.

Фітоімунітет та генетика стійкості до хвороб окремих видів. Генетичні системи захисту від хвороб. Вертикальна і горизонтальна стійкість. Олігогени та полігени. Теорія Флора. Гени стійкості до хвороб і шкідників пшениці. Гени стійкості до хвороб гороху. Стійкість до хвороб у сої та інших культур. Сигнальні системи індукованої стійкості рослин. Еліситори та індукована стійкість рослин. Природа еліситорів. Генетичні механізми дії еліситорів. Сигнальні системи клітин, які приймають участь у процесах еліситації. Результати функціонування еліситор-індукованих сигнальних шляхів. Приклади практичного використання еліситорів.

Змістовий модуль 2. Засади сучасної селекції та біологічної інженерії еукаріот

Тема 9. Історія розвитку селекційних знань і біоінженерних маніпуляцій еукаріот.

Значення селекції. Завдання селекції. Примітивна, емпірична, народна, промислова селекція. Вплив генетики на становлення селекції як науки. Розвиток селекції в Україні. Стан селекційної науки за кордоном. Система селекційно-насінницької роботи. Основні напрямки селекції сільськогосподарських рослин. Економічна ефективність селекції рослин. Поняття про сорт та вихідний матеріал в селекції рослин. Поняття про сорт, класифікація сортів за походженням та способом їх виведення. Місцеві сорти. Селекційні сорти. Сорти-популяції. Сорти-клони. Класифікація вихідного матеріалу в селекції рослин. Інтродукція рослин. Центри походження культурних рослин та одомашнення тварин.

Тема 10. Аналітична, адаптивна селекція та методи добору.

Поняття про аналітичну та адаптивну селекцію. Добір шляхом аналізу генотипів, присутніх у популяції. Місцеві сорти-популяції як вихідний матеріал для селекції. Неоднорідність місцевих сортів за генетичним і морфологічним складом. Використання природних популяцій для добору і створення сортів кормових культур. Теоретичні основи добору. Добір у автогамних та аллогамних популяціях. Інтенсивність добору. Сила впливу оточуючого середовища. Родина, лінія, клон. Класифікація методів добору. Масовий одноразовий, багаторазовий, безперервний добір. Індивідуальний, індивідуально-родинний добір. Клоновий добір. Індивідуальний добір у перехреснозапильних культур. Основні типи адаптації рослин. Концепція фізіологічного гомеостазу. Генетична природа адаптації. Загальна та специфічна

адаптація. Проблеми адаптаційної селекції. Значення інтенсивного промислового вирощування рослин. Поняття про екологічне сортовипробування та екологічну пластичність сорту.

Тема 11. Основи внутрішньовидової гібридизації.

Синтетична селекція як метод цілеспрямованого створення нових генотипів. Поняття синтетичної селекції. Трансгресії. Конгруентна гібридизація. Типи схрещувань. Прості схрещування. Складні схрещування. Зворотні схрещування. Східчасті схрещування. Конвергентні, міжгібридні схрещування. Методика роботи з гібридними поколіннями. Метод пересіву.

Тема 12. Застосування методів віддаленої гібридизації, експериментального мутагенезу та поліплоїдії.

Застосування методу віддаленої гібридизації у роботі з еукаріотами. Теоретичні основи віддаленої гібридизації. Використання світових ресурсів рослин і тварин. Міжвидові і міжродові схрещування. Особливості процесу формотворення. Ускладнення при віддаленій гібридизації. Типи несумісності та методи її подолання. Міжвидова передача ознак. Досягнення і перспективи використання методу віддаленої гібридизації. Експериментальний мутагенез в селекції рослин. Історичні аспекти. Класифікація мутацій. Генні мутації та їх селекційна цінність. Хромосомні мутації. Геномні мутації. Значення мікро- та макромутацій у створенні вихідного матеріалу для селекції. Мутагенні фактори та способи їх застосування. Радіочутливість та радіорезистентність. Методи роботи з мутантними поколіннями. Поліплоїдія, анеуплоїдія, гаплоїдія в селекції рослин. Виникнення поліплоїдії. Класифікація поліплоїдів. Експериментальне одержання поліплоїдів. Анатомічні та фізіологічні особливості поліплоїдів. Добір поліплоїдних рослин у C_0 та C_1 поколіннях. Використання автополіплоїдів та аллополіплоїдів у селекції. Гаплоїдія і селекція рослин. Анеуплоїдія та її використання для генетичного аналізу ознак.

Тема 13. Використання інбридингу та гетерозису для створення гібридів.

Розуміння явища гетерозис у генетиці. Історичні аспекти. Класифікація типів гетерозису. Гіпотези для пояснення гетерозису. Розвиток уявлень про гетерозис від середини минулого століття до теперішнього часу. Типи гібридів сільськогосподарських культур та порід. Використання інбридингу в селекції на гетерозис. Інцухт. Теоретичні основи та історія практичного використання. Інбредна депресія та інцухт-мінімум. Поняття комбінаційної здатності ліній. Загальна та специфічна комбінаційна здатність. Діалельні схрещування, топкрос, полікрос. Методи виробництва гетерозисного насіння. Проблеми використання та закріплення гетерозису.

Тема 14. Методи оцінки вихідного матеріалу та організація селекційного процесу.

Методи оцінки селекційного матеріалу. Принципи оцінки селекційного матеріалу. Польові, лабораторно-польові, лабораторні методи. Оцінка рослин за тривалістю вегетаційного періоду. Оцінка за продуктивністю. Прямі і побічні методи оцінки зимостійкості. Оцінка посухостійкості. Оцінка стійкості проти

хвороб. Оцінка матеріалу за якістю продукції. Загальні поняття про організацію селекційного процесу.

Тема 15. Особливості добору та біоінженерні технології для еукаріот.

Поняття про породу та її характерні ознаки, класифікація та структура порід. Одомашнювання, ознаки походження та еволюція сільськогосподарських тварин. Особливості акліматизації різних порід. Проблема збереження генофонду рідких та зникаючих порід. Добір та підбір батьківських пар у селекції тварин. Штучний та природний добір. Стабілізуючий, непрямий та технологічний добір. Особливості добору у тваринництві. Закон регресії. Інтенсивність добору. Поняття виранжировки. Швидкість селекційного процесу у різних видів тварин. Методи добору та оцінки тварин. Форми родословних. Значення продуктивності, технологічних ознак та якості потомства у процесі оцінки та добору тварин. Вчення про підбір. Методи розведення в селекції тварин. Значення системи спарювання тварин шляхом інбридингу. Міжвидова та міжродова гібридизація. Клітинні технології та генна інженерія у практиці сільського господарства. Мікроклональне розмноження та одержання безвірусного матеріалу. Культура ізольованих зародків. Клітинна селекція на стійкість до біотичних та абіотичних факторів середовища. Генетична інженерія. Клітинна інженерія у тваринництві. Трансгенні тварини та перспективи їх використання. Особливості та досягнення біотехнології рослин і тварин.

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

№ з/п	Назва	Кількість годин			
		лекції	семінари	практичні	самостійна робота
	Змістовий модуль 1 Особливості генетики рослин, тварин і людини.				
1	Тема 1. Структурна організація ядерного геному	2	0	0	2
2	Тема 2. Цитоплазматична спадковість і пластидний геном	2	0	0	2
3	Тема 3. Мітохондріальний геном	4	0	0	2
4	Тема 4. Механізми визначення статі	2	2	0	4
5	Тема 5. Інбридинг, самостерильність та самофертильність	2	0	0	2
6	Тема 6. Генетичні системи несумісності	4	0	0	2
7	Тема 7. Особливості генетичного контролю господарсько-корисних ознак	2	0	0	2
8	Тема 8. Генетичні основи стійкості до хвороб	2	2	0	4
Разом за змістовим модулем 1		20	4	0	20
	Змістовий модуль 2 Засади сучасної селекції та біологічної інженерії еукаріот				
9	Тема 9. Історія розвитку селекційних знань і біоінженерних маніпуляцій еукаріот	2	0	0	2
10	Тема 10. Аналітична, адаптивна селекція та методи добору	4	0	0	2
11	Тема 11. Основи внутрішньовидової гібридизації	2	2	0	4
12	Тема 12. Застосування методів віддаленої гібридизації, експериментального мутагенезу та поліплоїдії	2	2	0	2
13	Тема 13. Використання інбридингу та гетерозису для створення гібридів	4	0	0	4
14	Тема 14. Методи оцінки вихідного матеріалу та організація селекційного процесу	4	0	0	2
15	Тема 15. Особливості добору та біоінженерні технології для еукаріот	2	2	0	4
Разом за змістовим модулем 2		20	6	0	20
ВСЬОГО		40	10	0	40

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1

ОСОБЛИВОСТІ ГЕНЕТИКИ РОСЛИН, ТВАРИН І ЛЮДИНИ

ТЕМА 1. Структурна організація ядерного геному. (2 години)

Лекція 1. Історія вивчення та основні особливості організації ядерного геному. (2 години)

Рекомендована література: [1–5].

ТЕМА 2. Цитоплазматична спадковість і пластидний геном. (2 годин)

Лекція 2. Цитоплазматична спадковість. (2 години)

Рекомендована література: [1–5].

ТЕМА 3. Мітохондріальний геном. (4 години)

Лекція 3. Порівняльна характеристика мітохондріального геному рослин. (2 години)

Лекція 4. Роль мітохондріального геному у цитоплазматичній чоловічій стерильності. (2 години)

Рекомендована література: [1–5].

ТЕМА 4. Механізми визначення статі. (4 години)

Лекція 5. Характерні особливості механізмів визначення статі у рослин на противагу таким у тварин і людини. (2 години)

Семінар 1 (2 години). Розгляд прикладів визначення статі рослин та господарського використання різностатевих рослин.

Рекомендована література: [1–5].

ТЕМА 5. Інбридинг, самотерильність та самофертильність. (2 години)

Лекція 6. Інбридинг і генетичні механізми самотерильності. (2 години)

Рекомендована література: [1–5].

ТЕМА 6. Генетичні системи несумісності. (4 годин)

Лекція 7. Спорофітна несумісність. (2 години)

Лекція 8. Гаметофітна несумісність. (2 години)

Рекомендована література: [2–4].

ТЕМА 7. Особливості генетичного контролю господарсько-корисних ознак. (2 години)

Лекція 9. Основи проведення гібридологічного аналізу та генетичного контролю господарсько-важливих ознак. **(2 години)**

Рекомендована література: [2, 3, 5].

ТЕМА 8. Генетичні основи стійкості до хвороб. (4 годин)

Лекція 10. Специфіка генетичних системи захисту від хвороб у різних еукаріот. **(2 години)**

Семінар 2 (2 години). Механізми дії та приклади практичного промислового застосування еліситорів.

Рекомендована література: [1, 3, 5].

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2

ЗАСАДИ СУЧАСНОЇ СЕЛЕКЦІЇ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ЕУКАРІОТ

ТЕМА 9. Історія розвитку селекційних знань і біоінженерних маніпуляцій еукаріот. (2 години)

Лекція 11. Історія й основні напрямки селекції та біологічної інженерії сьогодення. **(2 години)**

Рекомендована література: [1–5].

ТЕМА 10. Аналітична, адаптивна селекція та методи добору. (4 години)

Лекція 12. Поняття про адаптивну селекцію. **(2 години)**

Лекція 13. Велич аналітичної селекції та розмаїття стратегій добору **(2 години)**

Рекомендована література: [1–3, 5].

ТЕМА 11. Основи внутрішньовидової гібридизації. (4 години)

Лекція 14. Синтетична селекція як мистецтво створення нового. **(2 години)**

Семінар 3 (2 години). Досягнення і перспективи використання методу віддаленої гібридизації.

Рекомендована література: [1–5].

ТЕМА 12. Застосування методів віддаленої гібридизації, експериментального мутагенезу та поліплоїдії. (4 години)

Лекція 15. Теоретичні основи та практичне значення гетерозису. **(2 години)**

Семінар 4 (2 години). Використання та закріплення гетерозису – проблеми та перспективи.

Рекомендована література: [1–5].

ТЕМА 13. Використання інбридингу та гетерозису для створення гібридів. (4 години)

Лекція 16. Сьогоденні аспекти експериментального мутагенезу. (2 години)

Лекція 17. Проблемні сторони поліплоїдії, анеуплоїдії та гаплоїдії. (2 години)

Рекомендована література: [1–5].

ТЕМА 14. Методи оцінки вихідного матеріалу та організація селекційного процесу. (4 години)

Лекція 18. Принципи підбору вихідного матеріалу (2 години)

Лекція 19. Загальні поняття про організацію селекційного процесу (2 години)

Рекомендована література: [2, 4].

ТЕМА 15. Особливості добору та біоінженерні технології для еукаріот. (4 години)

Лекція 20. Селекція та біологічна інженерія тварин. (2 години)

Семінар 5 (2 години). Сучасні досягнення біоінженерії тварин.

Рекомендована література: [1–5].

КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ І РОЗПОДІЛ БАЛІВ, ЯКІ ОТРИМУЮТЬ ЗДОБУВАЧІ

Форма підсумкового контролю успішності навчання – залік.

Аспіранти отримують підсумкову рейтингову оцінку за 100-бальною шкалою, яка розраховується за накопичувальною системою як сума балів, отриманих за поточні модулі. В таблиці представлена максимальна кількість балів за змістові модулі та розрахунок підсумкової оцінки за накопичувальною системою з курсу «Теоретичні основи генетики еукаріот».

Таблиця 1. Загальна кількість балів, які можуть отримати слухачі курсу

	Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		Залік	Підсумкова оцінка
	Поточний контроль	Тест	Поточний контроль	Тест		
Максимальна кількість балів	10	20	10	20	40	100
Сума	30		30		40	100

Слухачі, у яких загальний рейтинг за семестр є нижчим за 60 балів, обов'язково проходять підсумкове тестування. Максимальна кількість балів, яку можна отримати після підсумкового тестування, не може перевищувати 40 балів.

Шкала оцінювання академічної успішності аспіранта

Рівень досягнень (бали за освітню діяльність)	Оцінка ЄКТС/ ECTS	Оцінка за національною шкалою (National grade)	
		Іспит, диференційований залік	Залік
90–100	A	відмінно (excellent) відмінне виконання з незначною кількістю помилок	зараховано
82–89	B	дуже добре (very good) вище середніх стандартів, але з декількома помилками	
75–81	C	добре (good) в цілому змістовна і правильна робота з певною кількістю значних помилок	
66–74	D	задовільно (satisfactory) непогано, але за значною кількістю недоліків	
60–65	E	достатньо задовільно (sufficient) виконання відповідає мінімальним критеріям	
35–59	FX	незадовільно (fail) з можливістю повторного складання іспиту або заліку	не зараховано
1–34	F	незадовільно (fail) з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Сиволоб А.В., Рушковський С.Р., Кир'яченко С.С. Генетика: підручник – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 320 с.
2. Тоцький В. М. Генетика. – Одеса: Астропринт, 2008.
3. Ніколайчук В.І. Генетика: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В.І. Ніколайчук, М.М. Вакерич. – Ужгород, 2013. – 506 с.
4. Демидов С.В., Бердишев Г.Д., Топчій Н.М., Черненко К.Д. Генетика. – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – 412 с.
5. Brooker R. Genetics: analysis and principles. Seventh edition. McGraw-Hill Education, New York NY 10121 : 2021. ISBN: 978-1-260-24085-6, 978-1-260-47302-5, 845 p.