

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра молекулярної біології, мікробіології та біобезпеки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології

 Коломієць Ю. В.

“ ” 2020 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри молекулярної біології, мікробіології та біобезпеки

Протокол № 10 від “02” червня 2020 р.

Завідувач кафедри

 Стародуб М.Ф.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Прикладна генетика з основами цитології»

Спеціальність	<u>162 «Біотехнології та біоінженерія»</u>
освітня програма	<u>Екологічна біотехнологія та біоенергетика</u>
Факультет (ННІ)	<u>Захисту рослин, біотехнологій та екології</u>
Розробник:	<u>Таран О.П., ст.викладач, кандидат біологічних наук</u> (посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2020 р.

1. Опис навчальної дисципліни

Прикладна генетика з основами цитології

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	Магістр	
Спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»	
Освітня програма	Екологічна біотехнологія та біоенергетика	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Обов'язкова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (за		
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма	заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	1
Семестр	2	2
Лекційні заняття	15 год.	6 год.
Практичні, семінарські заняття	15 год.	6 год.
Лабораторні заняття		год.
Самостійна робота	60 год.	78 год.
Індивідуальні завдання		год.
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	3 год.	

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Мета. Висвітлити значення генетики у формуванні теорії та розробці методичних прийомів селекції, пізнанні механізмів еволюції, в сільськогосподарській практиці, біотехнології, екології та охорони довкілля. Сформувані у студентів цілісне уявлення важливості генетичної інформації у підвищенні ефективності розвитку казаних галузей досліджень і досягненні практичнозначущих результатів.

Розвиток у студентів чіткого уявлення про роль генетичних досліджень у розробці теорії селекції, пізнанні механізмів і закономірностей еволюції, створенні та збереженні унікального генофонду живих організмів,

вдосконаленні біотехнологічних процесів.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен:

знати:

- найбільш важливі генетичні закономірності, які використовують в селекції, біотехнології, дослідженнях еволюції, систематики, аграрній галузі та охороні довкілля;

- яким чином досягнення генетики забезпечують підвищення ефективності селекційного процесу, створення нового і збереженню існуючого генофонду організмів;

- як прикладна генетика допомагає в охороні довкілля, розумінні механізмів еволюції і моделюванні еволюційним процесом;

вміти:

-використовувати генетичні розробки в практичній діяльності;

-вміти пояснити роль генетики в підвищенні продуктивності рослин і тварин;

-застосувати генетичні закономірності для інтерпретації шляхів розвитку організмів;

-використовувати дані генетичної мінливості в удосконаленні методології управління процесами розвитку живих систем.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності (ЗК):

- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

фахові (спеціальні) компетентності (ФК): Здатність здійснювати пошук літератури, консультуватися і критично використовувати наукові бази даних та інші відповідні джерела інформації, здійснювати аналіз з метою детального вивчення і дослідження інженерних питань у біотехнології.

3. Програма та структура навчальної дисципліни для:
повного терміну денної (заочної) форми навчання;

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Вступ. Мета, завдання, роль прикладної генетики. Перегляд основних генетичних понять та термінології. Роль прикладної генетики в розробці теорії і практики селекції, пізнанні закономірностей і механізмів біологічної еволюції, класифікації видів тварин, рослин, мікроорганізмів, паспортизації та ідентифікації унікальних геномів, обґрунтуванні екологічної селекції рослин і підвищенні адаптивного потенціалу культивованих форм, а також розробці теоретичних основ збереження і розмноження генофонду природних популяцій. Перегляд основних генетичних понять та термінології. Метагеном як основа прикладної генетики.

Тема 2. Успадкування та аналіз якісних і кількісних ознак. Однолокусні якісні характеристики: аутосомні локуси з повним, частковим домінуванням, аддитивної, додаткової дії, наддомінуванням; Х-хромосоми і голандричний локус. Локуси складної структури (мультилокуси) та якісні характеристики: дигібридні показники і взаємодія генів, таких як епістаз (взаємодія неалельних генів), змінені співвідношення. Кількісні характеристики; особливості локусів полігенів; модифікатори; характерні порогові значення.

Тема 3. Регресія, трансгресія, вплив на довкілля і спадковість. Регресія, трансгресія, вплив на довкілля і спадковість. Кореляції між характеристиками; Генотип, фенотип і цінність для розведення. Генетичні та екологічні причини регресії і трансгресії (порушення). Вплив навколишнього середовища на фенотип. Спадковість, кореляції між характеристиками.

Тема 4. Популяційна генетика. Частота алелів, генетична рівновага, змішення популяції, генетичний дрейф і потік генів. Використання закону Харді-Вайнберга для вивчення генетичної структури популяцій (для одного,

двох локусів);нерівновага по зчепленню. Селекція, міграція, мутації.

Змістовий модуль 2.

Тема 1. Генетичні основи селекції. Типи та види використання селекції.

Природний, штучний і статевий відбір. Стабілізаційна селекція, наближена однорідність. Спрямована селекція, перевага на користь однієї особливості. Циклічна селекція, перевага на користь різних особливостей. Порушуюча селекція, селективність проти звичайного типу. Селекція родовиду; тестування потомства; селекція по кореляції характеристик; культивування та відбір *in vitro*, селекція на галоїдній стадії.

Тема 2. Використання генетичних методів у створенні вихідного матеріалу для селекції. Генетичні ресурси і методи їх збільшення та збереження.Генетичні банки культивованих рослин, ознакові, генетичні колекції, їхстворення, підтримка, розмноження і використання. Інбредні аллоплазматичні лінії, їх значення і застосування в селекції. Спонтанний та індукований мутагенез і його використання для вивчення і розширення генофонду культивованих видів. Використання генних, хромосомних, геномних і цитоплазматичних мутацій для генетичного аналізу та створення вихідного матеріалу в селекції. Генетичні, молекулярно-генетичні і морфохімічні методи паспортизації сортів і маркування ознак сорту, породи, клону. Системи схрещувань та їх роль у формуванні ознак сорту (породи).

Тема 3. Мутації та їх використання. Молекулярні типи мутацій і їх поверненість; частота мутацій; зародкові клітини і соматичні мутації. Спонтанні та індуковані мутації, мутагенні агенти; контроль мутацій та відновлення систем.

Тема 4. Рекомбінація, картування, геноміка

Рекомбінація, генетичні відстані і число необхідних потомств для отримання рекомбінантів. Види рекомбінацій та їх наслідки; генотипи, які з'явилися в результаті схрещування (мейоз, мітоз); перешкоди і функціональні карти. Розрахунок частоти генотипів, фенотипів. Практичне використання молекулярних маркерів у сільському господарстві.

Змістовий модуль 3.

Тема 1. Методологія сучасних цитологічних досліджень. Дискретний та інтегральний – два підходи до вивчення загальних закономірностей організації та еволюції клітин. Арсенал методів цитології: від живих клітин до макромолекулярних комплексів. Прижиттєві методи спостереження клітин. Культура клітин поза організмом. Метод темного поля. Фазовоконтрастна мікроскопія. Мікрозйомки. Методи дослідження фізичних властивостей клітин. Вивчення фіксованих клітин. Принципи фарбування клітинних структур. Цитохімічні якісні методи дослідження: реакції на білки, ферменти, нуклеїнові кислоти, полісахариди, жири, ліпіди, вітаміни, солі і т.д. Електронна, люмінесцентна мікроскопія. Диференціальне центрифугування – метод отримання окремих клітинних компонентів для цитохімічного і біохімічного аналізу.

Тема 2. Структурні хромосомні аберації: їх походження, властивості та використання. Делеції, інверсії (парацентричні, періцентричні); їх наслідки на фертильність. Дублювання та походження нових генів. Транслокації (поодинокі, множинні). Зміни в числі хромосом: їх вплив та використання. Генетичне середовище, фон. Зміни в плоідності; моноплоїд (гаплоїд), культура пиляків, диплоїди, триплоїди, тетраплоїди; найвищі поліплоїди. Втрата або збільшення окремих хромосом: анеуплоїди, моносоми (непарні хромосоми) і трисоми. Хромосомні маніпуляції заміни. Додаткові «В» хромосоми.

Тема 3. Теоретичні основи генетичної та хромосомної інженерії. Роль рекомбіногенеза в селекції та еволюції. Способи перенесення чужорідних генів у геном рослини. Отримання трансгенних рослин та їх практичне використання. Застосування молекулярно-генетичних маркерів для визначення чужорідної ДНК в геномі організмів. Використання геномних мутацій і різних систем схрещування для заміщення хромосом. Генна інженерія рослин, тварин і мікроорганізмів. Ендонуклеази рестрикції і лігази; вектори; отримання певної частини ДНК-ввектор, і визнання клону, що містить його; сайт-спрямований мутагенез. Таргетінг (вибір мішені), косупресія, РНК-інтерференція (людина, рослини, тварини), ризики генної інженерії, ГМ-культури.

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1.														
Тема 1. Вступ. Мета, завдання, роль прикладної генетики. Перегляд основних генетичних понять та термінології.	1		2		2		6		1	1			8	
Тема 2. Успадкування та аналіз якісних і кількісних ознак	2		2		2		6		1	1			8	
Тема 3. Регресія, трансгресія, вплив на довкілля і спадковість.	3		2		2		6		1	1			8	
Тема 4. Популяційна генетика	4		2		2		12		1	1			8	
Разом за змістовим модулем 1			8		8		30		4	4			32	
Змістовий модуль 2.														
Тема 1. Генетичні основи селекції. Типи та види використання селекції.	5		2		2		12		1	1			23	
Тема 2. Використання генетичних методів у створенні вихідного матеріалу для селекції	7		2		2		8		1	1			23	
Тема 3. Мутації та їх використання	8		2		2		8							
Тема 4. Рекомбінація, картування, геноміка	9		2		2		8							
Усього годин			8		8		36							
Змістовий модуль 3.														
Тема 1.Методологія сучасних цитологічних досліджень	10		2		2		10							
Тема 2. Структурні хромосомні аберації: їх походження, властивості та використання.	11						10							

Тема 3. Теоретичні основи генетичної та хромосомної інженерії.	12					4						
Усього годин		15	15			90		6	6			78
Курсовий проект (робота) з _____			-	-				—	—			
(якщо є в робочому навчальному плані)												
Усього		15	15			90		6	6			78

4. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
2		
...		

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Методи збору і зберігання зразків для генетичного аналізу. Методи виділення, очистки та аналізу ДНК з різних зразків (рослин, ґрунту, комах тощо).	2
2	Методи визначення якості і кількості отриманої ДНК (Спектрофотометричний, електрофоретичний)	2
3	Спадкування якісних, кількісних та мультифакторіальних ознак. Методи мультілокусних маркерів ДНК. ПЦР-аналіз. Електрофорез ПЦР-продуктів в агарозному гелі, документування і ресстрація одержаних даних.	2
4	Методи вивчення мінливості в популяціях. Метод електрофорезу Принципи розшифровки електрофореграм.	2
5	Розрахунок популяційно-генетичних параметрів. Ознайомлення зі спеціалізованими програмами для розрахунку параметрів. Визначення генетичної структури популяції.	2
6	Генетичні прийоми створення вихідного матеріалу. Використання геномних мутацій в селекції для збільшення різноманітності форм, генаналізу та заміщення хромосом.	2
7	Методи гаметної селекції при оцінці стійкості генотипів до біотичних і абіотичних стресів.	2

4.Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ			
ОС«Магістр» Спеціальність« <u>Біотехнології та біоінженерія</u> »	Кафедра <u>молекулярної біології, мікробіології та біобезпеки</u> 2020-2021 навч.рік	ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1 з дисципліни <u>Прикладна генетика з основами цитології</u>	Затверджую Завідувач кафедри _____ (підпис) Стародуб М. Ф. _____ 2021 р.
Теоретичні запитання			
1. Успадкування та аналіз кількісних ознак			
2. Вплив навколишнього середовища на фенотип			
Тестові завдання різних типів			
Питання 1. Що таке плідність ? 1. частота фенотипового прояву гену в популяції особин 2. число однакових наборів хромосом в ядрі клітини багатоклітинного організму 3. сумарне вираження однозначно діючих полімерних генів 4. один з можливих станів гена, наприклад, домінуючий або рецесивний 5. поява нових генотипів (або каріотипів) в гібридних клітинах у результаті втрати хромосом.			
Питання 2. Як розшифровується представлена схема? (коротка відповідь)			
Питання 3. Процес виділення ДНК з організмів включає? (оберіть вірне) Синтез клітинної оболонки Лізис клітин Дефрагментація Депротейнізація Розчинення Осадження			
Питання 4. Швидкість руху ДНК (РНК) через пори агарозного гелю при електрофорезі визначається...? (закінчіть твердження)			
Питання 5. Генетичний маркер – це? (Дайте визначення)			
Питання 6. Для визначення якості і кількості виділеної ДНК проводять? Центрифугування Електрофорез Мікроскопіювання Спектрофотометрію			
Питання 7. Визначення групи зчеплення та положення даного гена щодо інших генів та маркерів на певній хромосомі – це? 1. Рестрикція 2. Картування генів 3. Гібридизація генів 4. Геномна селекція			
Питання 8. 1. Генетичну відстань 2. Індекс фіксації 3. Частоту генотипу 4. Генетичну рівновагу $(p+q)^2=p^2+2pq+q^2=1$ За даним рівнянням можливо розрахувати?			
Питання 9. Формову різноманітність в популяції, яка зумовлена генетичною мінливістю називають ... 1. полімерією 2. панміксією 3. поліморфізмом 4. мутацією			

Питання 10. Для депротейнізації використовують? (оберіть вірне)

1. Етанол
2. Гуанідин ізотіоціанат
3. Фенол
4. Толуол
5. Фенол-хлороформ

5. Методи навчання.

Успіх навчання загалом залежить від внутрішньої активності студентів, від характеру їхньої діяльності, то саме характер діяльності, ступінь самостійності та творчості мають бути важливими критеріями у виборі методу.

Пояснювально-ілюстративний метод. Студенти здобувають знання, слухаючи розповідь, лекцію, з навчальної або методичної літератури, через екранний посібник у "готовому" вигляді. Сприймаючи й осмислюючи факти, оцінки, висновки, вони залишаються в межах репродуктивного (відтворювального) мислення. Такий метод якнайширше застосовують для передавання значного масиву інформації. Його можна використовувати для викладення й засвоєння фактів, підходів, оцінок, висновків.

Репродуктивний метод. Ідеться про застосування вивченого на основі зразка або правила. Діяльність тих, кого навчають, є алгоритмічною, тобто відповідає інструкціям, розпорядженням, правилам - в аналогічних до представленого зразка ситуаціях.

Метод проблемного викладення. Використовуючи будь-які джерела й засоби, педагог, перш ніж викладати матеріал, ставить проблему, формулює пізнавальне завдання, а потім, розкриваючи систему доведень, порівнюючи погляди, різні підходи, показує спосіб розв'язання поставленого завдання. Студенти стають ніби свідками і співучасниками наукового пошуку.

Частково-пошуковий, або евристичний метод. Його суть - в організації активного пошуку розв'язання висунутих педагогом (чи самостійно сформульованих) пізнавальних завдань або під керівництвом педагога, або на основі евристичних програм і вказівок. Процес мислення набуває продуктивного характеру, але його поетапно скеровує й контролює педагог

або самі студенти на основі роботи над програмами (зокрема й комп'ютерними) та з навчальними посібниками. Такий метод, один з різновидів якого є евристична бесіда, - перевірений спосіб активізації мислення, спонукання до пізнання.

Дослідницький метод. Після аналізу матеріалу, постановки проблем і завдань та короткого усного або письмового інструктажу ті, кого навчають, самостійно вивчають літературу, джерела, ведуть спостереження й виміри та виконують інші пошукові дії. Ініціатива, самостійність, творчий пошук виявляються в дослідницькій діяльності найповніше. Методи навчальної роботи безпосередньо переходять у методи, які імітують, а іноді й реалізують науковий пошук.

6. Форми контролю.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує індивідуальні завдання. Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, рішення задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60% питань, або на всі запитання дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання”

– коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 35% питань, або на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

7. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію від 27.12.2019 р. № 1371)

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $V_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $K_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{АТ}}$

8. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти освіти, навчальні плани, навчальні програми з усіх нормативних і вибіркового навчальних дисциплін; програми навчальної, виробничої та інших видів практик; підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні

роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

9. Рекомендована література

- основна;

1. Генетические процессы в популяциях. - 3-е перераб. и дополн. изд. -. М.: ИКЦ Академкнига, 2003. - 431с.
2. Антонов А.С. Основы геносистематики высших растений /Антонов А.С. - М.: МАИК "Наука/Интерпериодика", 2000. - 135 с.
3. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. СПб.: Издательство Н-Л, 2010. - 718 с.
4. Воробйова Л.І., Тагліна О.В. Генетичні основи селекції рослин і тварин /Навч. посібник для студентів біол. спеціальностей ВНЗ. – Харків, вид-во «Ранок», 2007. – 223 с.
5. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции /под ред. И.А. тихоновича, Н.В. Проворова. – СПб.: Наука, 1988. – 194 с.
6. Голощапов А.П. Прикладная генетика: введение в биотехнологию: учеб. пособие. /А.П. Голощапов. -Курган: Зауралье, 2004. - 248 с.
7. Жученко А.А., Король А.Б. Рекомбинация в эволюции и селекции /Жученко А.А., Король А.Б. - М.: Наука, 1985.
8. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические аспекты).- I и II том, М., 2001. - 1480 с.
9. Картель Н.А., Кильчевский А.В. Биотехнология в растениеводстве /Картель Н.А., Кильчевский А.В. - Минск, 2005. – 310 с.
10. Корочкин Л.И. Введение в генетику развития /Корочкин Л.И. - М.: Наука, 1999. – 253 с.
11. Лутова Л.А., Проворов Н.А., Тиходеев О.Н., и др.. Генетика развития растений /Под ред. С.Г. Инге-Вечтомова. – СПб.: Наука. 2000. – 539 с.
12. Лутова Л.А. Биотехнология высших растений. - Изд-во СПб Университета – 2002, 227 с.
13. Методические указания по гаметной селекции сельскохозяйственных растений //Сб. науч. тр. под ред. В.Ф. Пивоварова. М., 2001.
14. Суходолец В.В. Генетическая теория вертикальной эволюции /Суходолец В.В. - М., 2003. – 150 с.
15. Заварзин А.А., Харазова А.Д., Молитвин М.Н. Биология клетки: общая цитология. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, - 1992.
16. Практикум по цитологии /под ред. Ю.С. Ченцова. - М.: изд-во МГУ, 1988.

Додаткова:

1. Генетика: підручник /А.В. Сиволоб, С.Р. Рушковський, С.С. Кир'яченкотітн.; заред. А.В. Сиволоба. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2008. – 320 с.
2. Генетика селекции растений /под ред. В.К. Шумного. - Новосибирск:

НИИЦиГ, 1983.

3. Гершензон С.М. Мутации / Гершензон С.М. - Киев: Наук. Думка, 1991.

4. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика / Жимулев И.Ф. Новос.: НГУ, 2002.

5. Корочкин Л.И. Гены и поведение / Корочкин Л.И. // Соров. Обр. Ж., 1997.

10. Інформаційні ресурси

1. Population Genetics, Selection, and Evolution
<https://www.biointeractive.org/classroom-resources/population-genetics-selection-and-evolution>
2. Natural Selection and Evolution of Rock Pocket Mouse Populations
<https://www.biointeractive.org/classroom-resources/natural-selection-and-evolution-rock-pocket-mouse-populations>
3. Virus Hunter: Monitoring Nipah Virus in Bat Populations.
<https://www.biointeractive.org/classroom-resources/virus-hunter-monitoring-nipah-virus-bat-populations>
4. Lizard Evolution Virtual Lab <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/lizard-evolution-virtual-lab>
5. Bacterial Identification Virtual Lab
<https://www.biointeractive.org/classroom-resources/bacterial-identification-virtual-lab>
6. DNA Profiling Activity. <https://www.biointeractive.org/classroom-resources/dna-profiling-activity>