

Тернопільська обласна рада  
Департамент освіти і науки Тернопільської обласної військової адміністрації  
Кременецька обласна гуманітарно-педагогічна академія  
ім. Тараса Шевченка

Кафедра біології, екології та методик їх навчання



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ГЕНЕТИКА З ОСНОВАМИ СЕЛЕКЦІЇ

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

галузь знань 01 Освіта / Педагогіка

спеціальність 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

освітньо-професійна програма Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

Кременець - 2023

Робоча програма з навчальної дисципліни “Генетика з основами селекції” для студентів, які навчаються за спеціальністю 014 Середня освіта (Біологія та здоров’я людини). Кременець. 2023. 24 с.

Розробник: Гурська Оксана Вікторівна – кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри біології, екології та методик їх навчання

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри біології, екології та методик їх навчання

Протокол № 1 від „31” серпня 2023 року

В. о. завідувача кафедри



О. Кратко

## 1. Вступ

Генетика – найсучасніший напрямок загальної біології, який визначає стрімкий розвиток цієї науки. Використання методів генетичних досліджень дозволяє не тільки глибше вивчити структуру і функціонування генів, які контролюють розвиток будь-якого організму, але й аналізувати спадково обумовлені процеси життєдіяльності, що відбуваються на усіх рівнях організації – від організменого до біосферного.

**Актуальність.** Вивчення курсу “Генетика з основами селекції” передбачає формування в майбутніх вчителів біології та основ здоров’я системи знань, пов’язаних з розумінням основних закономірностей генетичних досліджень та їх роль у сучасному науковому просторі, а також вмінь та навичок розв’язування генетичних задач.

Навчальний курс “Генетика з основами селекції” включає розділи, присвячені вивченню основних закономірностей і механізмів передачі спадкової інформації, виникнення різних форм мінливості, що забезпечують процес мікроеволюційних змін у популяціях. Значна увага приділяється проблемам генетики популяцій, генетики людини, особливостям реалізації селекційного процесу.

**Ключові слова:** спадковість, мінливість, цитогенетика, класична генетика, генетика популяцій, генетика людини, селекція, добір.

## 2. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітньо-професійна програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <b>01 Освіта /Педагогіка</b>	Нормативна	
Модулів – 4	Спеціальність <b>014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)</b>  Освітньо-професійна програма <b>Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)</b>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 3		4-й	4-й
		<b>Семестр</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання: презентація		VII	VII
	<b>Лекції</b>		
Загальна кількість годин – 120	Освітній рівень <b>перший (бакалаврський)</b>	<b>Практичні, семінарські</b>	
		26 год.	8 год.
<b>Лабораторні</b>			
-		-	
<b>Самостійна робота</b>			
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 6		69 год.	104 год.
		Вид контролю: екзамен	

### Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

для денної форми навчання – 42,5 % : 57,5 %;

для заочної форми навчання – 13,3 % : 86,7 %.

### 3. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета курсу** – сформувати у здобувачів освіти цілісне уявлення про сучасну генетику та селекцію, висвітлити основні проблеми класичної, молекулярної генетики та цитогенетики на сучасному етапі розвитку науки. Розглянути цитологічні основи реалізації та передачі генетичної інформації. Дати основи знань з молекулярної генетики, сформувати уявлення щодо механізмів збереження, реалізації та успадкування спадкової інформації. Висвітлити світоглядне значення закономірностей менделівського успадкування ознак, розглянути генетичну символіку та з'ясувати основні принципи розв'язування генетичних задач. Сформувати уявлення щодо механізмів та наслідків сумісної дії алельних та неалельних генів, особливостей формування груп зчеплення та перекомбінування генетичної інформації шляхом кросоверних взаємодій, механізмів успадкування ознак, зчеплених зі статтю. Розглянути механізми та особливості формування генних, хромосомних та геномних мутацій, сформувати у студентів розуміння теоретичних основ закономірностей дії мутагенних чинників на живі організми та їх угруповання з метою набуття умінь та навичок, пов'язаних із генетичною безпекою біосфери. Розглянути теоретичні основи та практичне значення популяційної генетики, генетики людини. З'ясувати завдання, методи та проблеми сучасної селекції, зокрема особливості виведення високопродуктивних порід тварин, сортів рослин, штамів мікроорганізмів, стійких до впливів негативних факторів довкілля.

**Завдання курсу** – сформувати у здобувачів вищої освіти систему знань про закономірності та механізми спадковості і мінливості на молекулярному, клітинному, організменому, популяційному рівнях; викласти основи генетичних знань про функціонування біологічних систем різних рівнів складності, а також про специфіку функціонування ядерного та цитоплазматичного геномів та їх взаємодію; ознайомити студентів із сучасними методами генетичного аналізу; навчити розв'язувати генетичні задачі.

У результаті вивчення навчальної дисципліни “Генетика з основами селекції” студент повинен володіти наступних компетентностями та досягти наступних результатів навчання:

#### **Інтегральна**

ІК. Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми в галузі освіти, що передбачає проведення досліджень і здійснення інновацій та характеризується комплексністю і невизначеністю умов та вимог;

#### **Загальні**

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК2. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК5. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК8. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні, діяти на основі етичних правил та академічної доброчесності.

ЗК12. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

### **Фахові**

ФК6. Здатність оперувати поняттями, законами, концепціями, вченнями і теоріями біології.

ФК7. Здатність розкривати загальну структуру біологічної науки на основі взаємозв'язку основних учень біології для характеристики живих систем різного рівня організації.

ФК8. Здатність використовувати поглиблені теоретичні та практичні знання, системні методології, міжнародні та професійні стандарти в області природничих наук.

ФК9. Здатність використовувати сучасні методи біологічних досліджень, інтерпретувати та використовувати їх результати в освітньому процесі.

ФК16. Здатність формувати в учнів ціннісне ставлення до збереження здоров'я та навколишнього середовища як основи сталого розвитку.

### **Програмні результати навчання**

РН2. Вміти використовувати різноманітні ресурси для пошуку потрібної інформації, критично аналізувати й опрацьовувати інформацію з метою використання її у сфері професійної діяльності із дотриманням принципів академічної доброчесності.

РН8. Знати сучасну систему організації природи, закономірності будови, функціонування природних систем різного рівня з використанням сучасних методів біології, пояснювати їх роль для забезпечення сталого розвитку та раціонального природокористування.

РН9. Знати та розуміти основні концепції, теорії та загальну структуру біологічної науки.

РН10. Уміти застосовувати знання сучасних теоретичних основ біології для пояснення будови і функціональних особливостей організмів на різних рівнях організації живого, їх взаємодію, взаємозв'язки, походження, класифікацію, значення, використання та поширення.

РН11. Знати біологічні механізми здоров'я людини та методологічні засади формування здорового способу життя та культури здоров'я особистості, застосовувати набуті вміння і навички у професійній діяльності з метою профілактики захворювань.

## 4. Програма навчальної дисципліни

### Змістовий модуль 1. *Матеріальні основи спадковості*

#### **Тема 1. Генетика як наука та навчальний предмет.**

Предмет генетики. Місце генетики в системі біологічних наук. Поняття про спадковість та мінливість як основні властивості живих організмів. Завдання генетики, основні її проблеми. Об'єкти генетичних досліджень. Основні етапи розвитку генетики. Внесок вітчизняних вчених у розвиток генетики й селекції. Поняття про генетичний аналіз та його методи. Сучасні досягнення генетики та селекції. Роль генетики у підготовці вчителя біології. Вивчення основ генетики і селекції в шкільному курсі біології.

#### **Тема 2. Цитологічні основи спадковості**

Клітина як основа спадковості і відтворення. Докази ролі ядра і хромосом в успадкуванні ознак. Локалізація генів в хромосомах. Роль цитоплазматичних факторів у передачі спадкової інформації.

Морфологія метафазних хромосом. Будова хромосом. Каріотип.

Клітинний цикл. Мітотичний цикл. Мітоз як механізм нестатевого розмноження еукаріотів. Фази мітозу. Генетичне значення мітозу.

Мейоз – цитологічна основа утворення і розвитку статевих клітин. Фази та стадії першого та другого мейотичних поділів. Характерні риси профазі I. Механізм кон'югації гомологічних хромосом у мейозі. Розходження гомологічних та негомологічних хромосом у мейозі. Принципові відмінності у поведінці хромосом при мейозі та мітозі. Генетичне значення мейозу.

#### **Тема 3. Молекулярні основи спадковості**

Ген як одиниця функціонування та збереження спадкового матеріалу. Сучасні уявлення про структурно-функціональну природу гена. Типи генів. Мозаїчність генів еукаріотів. Первинні функції гена. Властивості генів. Рівні організації спадкового матеріалу.

Структура і функції нуклеїнових кислот. Будова та склад нуклеотидів. Типи азотистих основ. Вторинна структура ДНК. Принцип компліментарності. Правило Чаргаффа. Типи та функції РНК.

Генетичний код та його властивості. Докази триплетності коду. Виродженість коду. Термінуючі кодони. Універсальність коду.

Структура хроматину в інтерфазі. Гетерохроматин і еухроматин. Інтеграція білків і ДНК у хромосомі. Нуклеосоми. Ультроструктурна організація хромосом.

#### **Тема 4. Молекулярні механізми передачі та реалізації спадкової інформації**

Механізм реплікації ДНК та її розподіл під час поділу клітин прокариотів і еукаріотів. Напівконсервативний механізм реплікації ДНК. Полігенний контроль процесу реплікації. Поняття про реплікон.

Механізми реалізації генетичної інформації. Транскрипція та її етапи. Структура та функціонування РНК-полімераз. Процесинг РНК.

Трансляція. Синтез білка на рибосомах. Етапи трансляції. Роль мРНК, тРНК та рибосом у синтезі білка.

Молекулярні механізми репарації як основи стабільності генетичної інформації. Ферменти репарації, особливості різних типів репараційних процесів.

## **Змістовий модуль 2. Основи класичної генетики**

### **Тема 5. Особливості та механізми менделівського успадкування ознак**

Гібридологічний метод Г. Менделя та його особливості. Генетична символіка.

Закономірності успадкування при моногібридному схрещуванні, відкриті Менделем: одноманітність гібридів першого покоління, розщеплення в другому поколінні. Правило “чистоти гамет”. Гомозиготність і гетерозиготність. Зворотне та аналізуюче схрещування.

Закономірності успадкування ознак у ди- та полігібридних схрещуваннях при моногенному контролі кожної ознаки. Закон незалежного успадкування генів. Статистичний характер розщеплення. Причини відхилень від менделівських закономірностей успадкування за ди- та полігенного контролю ознак.

Уявлення про алелі, їх взаємодії: повне і неповне домінування, наддомінування, кодомінування, множинний алелізм.

### **Тема 6. Особливості взаємодії неалельних генів**

Уявлення про генотип як складну систему взаємодії продуктів експресії алельних та неалельних генів. Пенетрантність та експресивність генів. Типи неалельних взаємодій: комплементарність, епістаз (домінантний та рецесивний), модифікуюча та плейотропна (множинна) дія генів, полімерія (кумулятивна і некумулятивна). Статистичний аналіз розщеплення ознак при неалельній взаємодії генів.

Особливості успадкування кількісних ознак. Теорія полімерних генів. Статистичні методи аналізу роль генотипу в успадкуванні кількісних ознак.

Цитоплазматична спадковість. Материнський ефект цитоплазми. Пластидна спадковість. Мітохондріальна спадковість. Інфекційні фактори позаядерної спадковості. Плазмідне успадкування.

Явище цитоплазматичної чоловічої стерильності у рослин та його використання у селекції.

### **Тема 7. Зчеплене успадкування генів та кросинговер. Успадкування ознак, зчеплених зі статтю**

Характерні особливості зчепленого успадкування генів. Повне і неповне зчеплення. Групи зчеплення генів.

Хромосомна теорія спадковості Моргана, її основні положення.

Кросинговер як показник сили зчеплення генів. Одинарний і множинний кросинговер, їхній вплив на частоту рекомбінації. Генетичні та цитологічні докази кросинговеру. Значення аналізуючого схрещування та тетрадного аналізу при вивченні кросинговера.

Визначення локалізації генів у хромосомах. Цитологічні карти хромосом. Принципи побудови генетичних карт у еукаріотів. Порівняння генетичних і цитологічних карт.

Характерні особливості успадкування ознак, зчеплених зі статтю. Результати реципрокних схрещувань при гетерогаметності чоловічої або жіночої статей.

### **Тема 8. Мінливість, її причини та методи вивчення**

Поняття про спадкову та неспадкову (модифікаційну) мінливість. Форми спадкової мінливості. Комбінативна мінливість, механізм її виникнення та значення в еволюції і селекції.

Мутаційна мінливість. Виникнення, класифікація і властивості мутацій. Молекулярні механізми генних мутацій. Типи мутаційних змін: заміна, вставка або випадіння пар азотистих основ. Нонсенс- і місенс-мутації.

Хромосомні перебудови (аберації): делеції, дуплікації, інверсії, транслокації, транспозиції. Механізм виникнення аберацій.

Геномні мутації: поліплоїдія, гаплоїдія, анеуплоїдія. Морфо-фізіологічні особливості поліплоїдів. Автополіплоїди, алополіплоїди. Анеуплоїдія: нулісоміки, моносоміки, полісоміки, їх використання в генетичному аналізі.

Спонтанний та індукований мутагенез. Фізичні мутагени та їх генетичні ефекти. Хімічні мутагени та особливості їх мутагенної дії. Біологічні мутагени. Антимутагени.

Модифікаційна мінливість: характерні особливості та приклади. Формування ознак як результат взаємодії генотипу і факторів середовища. Норма реакції генотипу. Причини і приклади модифікацій. Адаптивний характер модифікацій. Статистичні методи вивчення модифікаційної мінливості. Варіаційний ряд та його основні характеристики. Варіаційна крива та її аналіз.

## **Змістовий модуль 3. Напрями сучасної генетики**

### **Тема 9. Генетика популяцій**

Введення у генетику популяцій. Поняття про вид і популяцію. Поняття про генофонд популяцій.

Генетичні процеси у великих популяціях (закон Харді-Вайнберга). Поняття про панміксію. Гетерогенність і спадковий поліморфізм панміктичних популяцій. Ідеальна модельна популяція та її характеристики. Поняття про частоти генів та генотипів, їх рівноважний стан. Закон Харді-Вайнберга, можливості його використання. Методи вивчення природних популяцій.

Генетичні процеси в малих популяціях. Фактори динаміки генетичної структури популяції: обмеження панміксії, інбридинг, ізоляція, мала ефективна

чисельність популяції (дрейф генів), «ефект засновника», популяційні хвилі, мутаційний процес, міжпопуляційні міграції, дія добору.

### **Тема 10. Генетика людини**

Предмет вивчення та завдання генетики людини. Особливості людини як об'єкта генетичних досліджень.

Основні методи дослідження генетики людини. Типи успадкування ознак у людини: аутосомно-домінантний, аутосомно-рецесивний, кодомінантний, зчеплений зі статтю, полігенний, їх приклади. Успадкування ознак при споріднених шлюбах.

Мутаційний процес у людини. Генні (молекулярні) хвороби та їх причини. Класифікація генних хвороб людини та характеристика найпоширеніших ензимопатій, коагулопатій, гемоглобінопатій.

Хромосомні хвороби людини. Гетероплоїдії (анеуплоїдії) за аутосомами та статевими хромосомами. Етіологія і патогенез найпоширеніших хромосомних хвороб людини: синдромів Дауна, Едвардса, Патау, Шерешевського-Тернера, Клайнфельтера.

Поліфакторіальні спадкові захворювання. Хвороби з спадковою схильністю. Перспективи профілактики та лікування спадкових хвороб. Генотерапія.

Мета і завдання медико-генетичного консультування (МГК). Методи пренатальної діагностики і профілактики спадкових хвороб людини: каріотипування, біохімічні, інвазивні, молекулярно-генетичні, УЗ-діагностика. Показання для направлення людини до медико-генетичної консультації.

### **Тема 11. Генетичні основи селекції**

Селекція як наука. Значення робіт Ч. Дарвіна для розробки теорії штучного добору. Предмет та методи селекції. Генетика як теоретична основа селекції. Поняття про породу, сорт, штам. Завдання сучасної селекції.

Вихідний матеріал для селекції. Поняття про вихідний матеріал. Центри походження культурних рослин за М.І. Вавіловим. Походження свійських тварин, їх зміни в процесі селекції.

Методи селекції та їх ефективність. Гібридизація внутрішньовидова і віддалена, їх роль у сучасній селекції. Особливості міжвидової і міжродової гібридизації. Причини несхрещування віддалених видів та стерильності віддалених гібридів, методи їх подолання. Системи схрещування в селекції рослин і тварин. Аутбридинг. Інбридинг. Гетерозис (наддомінування). Гіпотези про явище гетерозису, його можливі генетичні механізми. Практичне використання гетерозису у рослинництві та тваринництві.

Штучний добір. Форми добору. Масовий добір та його різновиди. Добір за фенотипом. Індивідуальний добір як основа селекції. Добір за генотипом (оцінка за родоводом та якістю покоління).

Досягнення світової селекції та успіхи вітчизняних селекціонерів у створенні сортів рослин і порід тварин, штамів мікроорганізмів. Сортове та породне районування. Районовані на Україні сорти і породи, методи їх створення і коротка характеристика.

## 5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	ус бо го	у тому числі					ус бо го	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	інд	с.р
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Матеріальні основи спадковості</b>												
Тема 1. Генетика як наука та навчальний предмет	8	2	2			4	6				6	
Тема 2. Цитологічні основи спадковості	9	2	2			5	9	1			8	
Тема 3. Молекулярні основи спадковості	9	2	2			5	10	1	1		8	
Тема 4. Молекулярні механізми передачі та реалізації спадкової інформації	9	2	2			5	9		1		8	
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>35</b>	<b>8</b>	<b>8</b>			<b>19</b>	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		<b>30</b>	
<b>Змістовий модуль 2. Основи класичної генетики</b>												
Тема 5. Особливості та механізми менделівського успадкування ознак	10	2	4			4	9	1	2		6	
Тема 6. Особливості взаємодії неалельних генів	9	2	2			5	9	1			8	
Тема 7. Зчеплене успадкування генів та кросинговер. Успадкування ознак, зчеплених зі статтю	10	2	2			6	10	1	1		8	
Тема 8. Мінливість, її причини та методи вивчення	9	2	2			5	9	1			8	
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>10</b>			<b>20</b>	<b>37</b>	<b>4</b>	<b>3</b>		<b>30</b>	
<b>Змістовий модуль 3. Напрями сучасної генетики</b>												
Тема 9. Генетика популяцій	9	2	2			5	10				10	
Тема 10. Генетика людини	15	3	4			8	17	1	2		14	
Тема 11. Генетичні основи селекції	14	4	2			8	13	1	1		11	
<b>Разом за змістовим модулем 3</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>6</b>			<b>21</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>35</b>	
<b>Усього годин</b>	<b>111</b>	<b>25</b>	<b>26</b>			<b>60</b>	<b>111</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>95</b>	
<b>Модуль 2</b>												
<b>ІНДЗ</b>	<b>9</b>					<b>9</b>	<b>9</b>				<b>9</b>	
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>25</b>	<b>26</b>			<b>9</b>	<b>60</b>	<b>120</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	

### 6. Теми практичних занять (денна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи дослідження в генетиці	1
2	Цитологічні основи генетики. Мітоз. Мейоз	2
3	Розв'язування задач з молекулярної генетики (структура нуклеїнових кислот)	2
4	Розв'язування задач з молекулярної генетики (матричні синтези)	2
5	Генетичний аналіз успадкування ознак при моногібридному схрещуванні	2
6	Генетичний аналіз успадкування ознак при полігібридному схрещуванні	2
7	Генетичний аналіз успадкування ознак, обумовлених взаємодією неалельних генів	2
8	Зчеплене успадкування ознак. Визначення відносної локалізації генів у хромосомі. Успадкування ознак, зчеплених зі статтю (розв'язування задач)	2
9	Мінливість, її форми та прояви (розв'язування задач на мінливість)	2
10	Складання модельних панміктичних популяцій за даними частотами гамет і визначення їх генетичної структури	2
11	Складання родоводів. Розв'язання типових задач на основі генеалогічного аналізу.	2
12	Вивчення мінливості у рослин. Побудова варіаційного ряду та варіаційної кривої	2
<b>Всього</b>		<b>24</b>

### 6а. Теми практичних занять (заочна форма навчання)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розв'язування задач з молекулярної генетики (структура нуклеїнових кислот)	1
2	Розв'язування задач з молекулярної генетики (матричні синтези)	1
3	Генетичний аналіз успадкування ознак при моногібридному схрещуванні	1
4	Генетичний аналіз успадкування ознак при полігібридному схрещуванні	1
5	Зчеплене успадкування ознак. Визначення відносної локалізації генів у хромосомі	1
6	Успадкування ознак, зчеплених зі статтю (розв'язування задач)	1
7	Складання родоводів. Розв'язання типових задач на основі генеалогічного аналізу	1
8	Вивчення мінливості у рослин. Побудова варіаційного ряду та варіаційної кривої	1
<b>Всього</b>		<b>8</b>

## 8. Самостійна робота

Самостійна робота здобувачів освіти включає вивчення окремих тем, питань, що не були розглянуті в курсі лекцій, підготовку до практичних занять, підготовку доповідей та рефератів, презентацій, підготовку до семестрової атестації. Ефективність самостійної роботи студента викладач виявляє на практичних заняттях, під час тематичного опитування, перевірки зошитів для практичних занять та самостійної роботи, рефератів тощо та відбиває в загальній оцінці за тему і змістовий модуль.

***Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:***

1. Опрацювання окремих питань, які не виносяться на розгляд у лекційному курсі: 1 год. на частину теми (1 x 12 = 12 год.).
2. Підготовка до аудиторних занять: 1 год. на 1 годину практичних занять (1 год. x 26 = 26 год.).
3. Виконання завдань для самостійної роботи з практичних занять (розв'язування генетичних задач) – 10 год.
4. Виконання індивідуального завдання: 9 год.
5. Підготовка до семестрового контролю (екзамену): 3 год. на 1 кредит ECST (3 x 4 = 12 год.).

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Сучасні досягнення генетики та селекції. Роль генетики у підготовці вчителя біології. Вивчення основ генетики і селекції в шкільному курсі біології.	1
2	Клітина як основа спадковості і відтворення. Клітинні та неклітинні форми організації живого: еукаріоти, прокаріоти, віруси	1
3	Генетичний код та його властивості.	1
4	Молекулярні основи репарації як основи стабільності генетичної інформації.	1
5	Генетична символіка.	1
6	Явище цитоплазматичної чоловічої стерильності у рослин та його використання у селекції	1
7	Характерні особливості успадкування ознак, зчеплених зі статтю.	1
8	Визначення локалізації генів у хромосомах. Побудова генетичних і цитологічних карт.	1
9	Модифікаційна мінливість: характерні особливості та приклади.	1
10	Генетичні процеси в малих популяціях.	1
11	Методи пренатальної діагностики і профілактики спадкових хвороб людини.	1
12	Досягнення світової селекції та успіхи вітчизняних селекціонерів у створенні сортів рослин і порід тварин, штамів мікроорганізмів	1
	<b>Разом</b>	<b>12</b>

**Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання:**

1. Опрацювання окремих питань, які не виносяться на розгляд у лекційному курсі: 3 год. на частину теми (3 x 8 = 24 год.).

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 2. Цитологічні основи спадковості	3
2	Тема 3. Молекулярні основи спадковості	3
3	Тема 5. Особливості та механізми менделівського успадкування ознак	3
4	Тема 6. Особливості взаємодії неалельних генів	3
5	Тема 7. Зчеплене успадкування генів та кросинговер. Успадкування ознак, зчеплених зі статтю	3
6	Тема 8. Мінливість, її причини та методи вивчення	3
7	Тема 10. Генетика людини	3
8	Тема 11. Генетичні основи селекції	3
	<b>Разом</b>	<b>24</b>

2. Опрацювання окремих тем, які не розглядаються на лекціях (17 год.)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 1. Генетика як наука та навчальний предмет.	5
2	Тема 4. Молекулярні механізми передачі та реалізації спадкової інформації	6
3	Тема 9. Генетика популяцій	6
	<b>Разом</b>	<b>17</b>

3. Підготовка до аудиторних занять: 2 год. на 1 годину практичних занять (2 год. x 8 = 16 год.).

4. Виконання завдань для самостійної роботи з практичних занять (розв'язування генетичних задач) – 3 год. на 6 занять = 18 год.

5. Виконання індивідуального завдання: 9 год.

6. Підготовка до семестрового контролю (екзамену): 5 год. на 1 кредит ECST (5 x 4 = 20 год.).

## **9. Індивідуальні завдання БІОЛОГІЯ (9 клас)**

### **Тема 4. Збереження та реалізація спадкової інформації**

1. Гени та геноми. *Будова генів та основні компоненти геномів про- та еукаріотів.*
2. Транскрипція.
3. Основні типи РНК.
4. Генетичний код. Біосинтез білка.
5. Подвоєння ДНК; *репарація пошкоджень ДНК.*
6. Поділ клітин: клітинний цикл, мітоз. Мейоз. Рекомбінація ДНК.

**Практичні роботи**

7. Розв'язування елементарних вправ з реплікації, транскрипції та трансляції

**Тема 5. Закономірності успадкування ознак**

8. Класичні методи генетичних досліджень. Генотип та фенотип. Алелі. Закони Менделя.

9. *Ознака як результат взаємодії генів. Поняття про зчеплення генів і кросинговер.*

10. Генетика статі й успадкування, зчеплене зі статтю.

11. Форми мінливості.

12. Мутації: види мутацій, причини та наслідки мутацій.

13. Спадкові захворювання людини. Генетичне консультування.

14. *Сучасні методи молекулярної генетики.*

**Лабораторні дослідження**

15. Мінливості в рослин і тварин.

**Практичні роботи**

16. Складання схем схрещування.

**Проект**

17. Складання власного родоводу та демонстрація успадкування певних ознак (за вибором учня) / родовід родини видатних людей (за вибором учня)

**Тема 9. Біологія як основа біотехнології та медицини**

18. Поняття про селекцію. Введення в культуру рослин. *Методи селекції рослин.*

19. Одомашнення тварин. *Методи селекції тварин.*

**БІОЛОГІЯ І ЕКОЛОГІЯ (10-11 класи)****Тема 4. Спадковість та мінливість****1. Складові здоров'я людини**

20. Антропогенетика та медична генетика, евгеніка. Людина як об'єкт генетичних досліджень. Генетика особистості

**2. Шляхи передачі інформації в живих системах (центральна догма).**

21. Реплікація, транскрипція, трансляція. Основні ферменти, що забезпечують функціонування нуклеїнових кислот (полімерази, гелікази, топоізомерази, і т.і.)

22. Сучасні уявлення про структуру гена. Некодувальні послідовності ДНК.

23. Генетичний код та його властивості.

24. Генетична система прокаріотичних (нуклеоїд, плазмід) та еукаріотичних (пласти) клітин. Геном. Регуляція активності генів.

**3. Генетика – наука про закономірності успадкування ознак та їх мінливість.**

25. Основні етапи розвитку генетики. Методи генетичних досліджень (гібридологічний, близнюковий, цитологічний, популяційний (статистичний) біохімічний та молекулярно-біологічний). Генетична термінологія та символіка. Гібридологічний метод. Типи схрещувань.

26. Закономірності успадкування, встановлені Г. Менделем. Закон чистоти гамет. Їх цитологічні основи.

27. Множинний алелізм. Взаємодія алельних генів. Плейотропія.

#### **4. Хромосомна теорія спадковості.**

28. Зчеплене успадкування. Кросинговер. Групи зчеплення генів. Генетичні карти хромосом. Генетика статі. Генетичні основи визначення статі у різних груп організмів. Успадкування, зчеплене зі статтю.

#### **5. Взаємозв'язок між генотипом і фенотипом.**

29. Взаємодія неалельних генів (компліментарність, епістаз, полімерія). Генотип як цілісна система.

#### **6. Мінливість ознак та її типи.**

30. Спадкова і неспадкова мінливість. Мінливість бактерій та вірусів.

31. Мутації, їх молекулярна основа. Типи і загальні властивості мутацій. Мутагенні чинники: фізичні, хімічні, біологічні; їх вплив на живі системи. Значення мутацій.

32. Властивості модифікаційної мінливості. Поняття норми реакції, варіаційного ряду, варіаційної кривої.

#### **7. Генетика людини.**

33. Методи вивчення та особливості успадкування. Спадкові хвороби, їх виявлення (генетичне обстеження, пренатальна діагностика і т.і.) та профілактика (медико-генетичне консультування).

#### **8. Вид і популяція.**

34. Популяційна генетика. Елементарні процеси еволюції: Закон Харді-Вайнберга, мутації, міграція, випадковий дрейф генів. Процес видоутворення.

#### **Практичні роботи (2-3 на вибір):**

35. Виявлення та опис нормальних і мутантних форм дрозофіли.

36. Вивчення мінливості рослин. Побудова варіаційного ряду і варіаційної кривої.

37. Складання родоводів.

38. Розв'язування типових задач з генетики: успадкування ознак.

39. Розв'язування типових задач з генетики: визначення типу мутацій.

40. Визначення характеру успадкування та мінливості організмів.

#### **Тема 8. Селекція та біотехнологія**

##### **1. Основи сучасної селекції, її завдання.**

41. Поняття сорту, породи, штаму. Внесок вітчизняних учених у розвиток селекції. Штучний добір та його форми.

42. Методи селекції рослин і тварин (гетерозис, поліплоїдія, віддалена гібридизація і т. і.). Типи схрещувань і методи розведення.

43. Селекція рослин. Центри різноманітності та походження культурних рослин. Селекція тварин. Селекція мікроорганізмів.

#### **Практичні роботи**

44. Порівняльна характеристика порід тварин (сортів рослин).

### **КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ІНДЗ**

№ з/п	Критерії оцінювання роботи	Максимальна кількість балів за кожним критерієм
1.	Обґрунтування актуальності, формулювання мети, завдань та визначення методів дослідження	2 бали
2.	Критичний аналіз суті та змісту першоджерел. Виклад фактів, ідей, результатів досліджень в логічній послідовності. Аналіз сучасного стану дослідження проблеми, розгляд тенденцій подальшого розвитку даного питання.	8 балів
3.	Доказовість висновків, обґрунтованість власної позиції, пропозиції щодо розв'язання проблеми, визначення перспектив дослідження	2 бали
4.	Дотримання вимог щодо технічного оформлення структурних елементів роботи (титульний аркуш, план, вступ, основна частина, висновки, список використаних джерел)	3 бали
<b>Разом</b>		<b>15 балів</b>

**Примітка.** Максимальна кількість балів, яку може отримати студент за виконання ІНДЗ становить **15 балів**. Невиконання ІНДЗ оцінюється у 0 балів.

### **Шкала оцінювання ІНДЗ**

Рівень виконання	Кількість балів, що відповідає рівню	Оцінка за традиційною системою
Високий	12-15	Відмінно
Достатній	8-11	Добре
Середній	4-7	Задовільно
Низький	1-3	Незадовільно

**„Відмінно”** відповідає **12-15** балам, ставиться: при виконанні ІНДЗ у повному обсязі, теоретична та практична (за наявністю) частини не мають помилок; відповіді на запитання вичерпні й аргументовані; оформлення відповідає вимогам, робота виконана вчасно.

**„Добре”** відповідає **8-11** балам, ставиться якщо: ІНДЗ виконано в повному обсязі і не має помилок, які потребують її переробки; відповіді на запитання даються по суті, але не в деталях.

**„Задовільно”** відповідає **4-7** балам, ставиться, якщо ІНДЗ виконано не в повному обсязі; мають місце помилки; оформлення не відповідає вимогам; відповіді на запитання даються не в повному обсязі.

**„Незадовільно”** відповідає **1-3** балам, виставляється якщо ІНДЗ виконано не в повному обсязі; мають місце суттєві помилки, які тягнуть за собою переробку; оформлення не відповідає вимогам; на запитання студент дає неправильні відповіді.

## 10. Методи навчання

Під час вивчення генетики з основами селекції використовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

*Словесні:* лекція, розповідь з елементами бесіди, пояснення.

*Наочні:* презентація.

*Практичні:* розв'язування задач, робота з підручниками, науковою літературою.

## 11. Методи контролю

*Початковий* контроль знань студентів проводиться під час проведення лекційних та практичних занять і включає перевірку знань теоретичного й практичного матеріалу, що студенти засвоїли під час вивчення курсів ботаніки, цитології, зоології, мікробіології у вигляді самостійної роботи або методом фронтального опитування.

*Поточний* контроль знань студентів проводиться викладачем на кожному практичному занятті шляхом усного або письмового опитування з питань теорії або практики.

Модуль 3 оцінюється за результатами виконання та захисту студентами індивідуально-дослідних навчальних завдань.

*Семестровий* контроль знань здобувачів освіти з генетики з основами селекції завершується іспитом з дисципліни у VII-му семестрі.

## 12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання					Сума
Модуль 1.			Модуль 2. Самостійна робота	Модуль 3. ІНДЗ	
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3			
П1 - 5	П5 - 5	П10 - 5	20	15	100
П2 - 5	П6 - 5	П11 - 5			
П3 - 5	П7 - 5	П12 - 5			
П4 - 5	П8 - 5	П13 - 5			
	П9 - 5				

**Шкала оцінювання знань та вмінь здобувачів вищої освіти під час підсумкового контролю, яка передбачає співвідношення питомої ваги результатів поточного й проміжного контролю та результатів здачі екзамену**

За шкалою ECTS	За національною шкалою	За шкалою академії	Підсумкова оцінка	
			Результати поточного та проміжного контролю – коефіцієнт 0,5	Результати екзамену – коефіцієнт 0,5
A	Відмінно	90 – 100	90 – 100	90 – 100
B	Добре	82 – 89	82 – 89	82 – 89
C		75 – 81	75 – 81	75 – 81
D	Задовільно	67 – 74	67 – 74	67 – 74
E		60 – 66	60 – 66	60 – 66
FX	Незадовільно	35 – 59	35 – 59	35 – 59
F		0 – 34	0 – 34	0 – 34

*Семестрова оцінка розраховується з урахуванням балів, отриманих під час поточного контролю та балів, отриманих під час екзамену за накопичувальною системою*

**Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів під час самостійної роботи та на практично-семінарських заняттях**

**1-2 бали** – студент виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, може поверхово аналізувати події, процеси, явища і робити певні висновки; відповідь недостатньо осмислена; самостійно відтворює частину навчального матеріалу; вміє застосовувати знання для виконання завдання за зразком; користується додатковими джерелами.

**3 бали** – знання студента є достатньо ґрунтовними, він вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях, висвітлює події з точки зору смислового взаємозв'язку, уміє аналізувати, встановлювати найсуттєвіші зв'язки та залежності між явищами, фактами, робити висновки, загалом контролює власну діяльність. Відповідь повна, логічна, обґрунтована, але з деякими неточностями. Студент виявляє вміння рецензувати відповіді інших та опрацьовувати матеріал самостійно.

**4 бали** – студент володіє глибокими та міцними знаннями, здатний використовувати їх у нестандартних ситуаціях; може визначати тенденції та протиріччя процесів; робить аргументовані висновки; оцінює окремі нові факти, явища, ідеї; використовує додаткові джерела та матеріали; самостійно визначає окремі цілі власної учбової діяльності; вирішує творчі завдання; відрізняє упереджену інформацію від об'єктивної; здатен сприйняти іншу позицію як альтернативну.

**5 балів** – студент має системні, дієві знання, виявляє творчі здібності у навчальній діяльності, користується широким арсеналом засобів-доказів своєї думки, вирішує складні проблемні завдання, схильний до системно-наукового аналізу та прогнозу явищ; вміє ставити й розв’язувати проблеми, самостійно здобувати та використовувати інформацію, виявляє власне ставлення до неї; самостійно виконує науково-дослідну роботу; логічно і творчо викладає матеріал в усній та письмовій формі; розвиває свої обдарування та нахили.

### Критерії оцінювання результатів складання екзамену

За шкалою ЄКТС	За національною шкалою	За 100-бальною шкалою	Критерії оцінювання знань, умінь і навичок
A	Відмінно	90-100	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент виявляє глибокі, міцні та системні знання навчально-програмового матеріалу;</li> <li>– володіє теоретичними основами дослідження проблем;</li> <li>– демонструє вміння критично оцінювати окремі нові факти, явища ідеї;</li> <li>– виявляє варіативність мислення і раціональність у виборі способів розв’язання практичних завдань.</li> </ul>
B	Добре	82-89	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент виявляє повні, ґрунтовні знання навчально-програмового матеріалу;</li> <li>– демонструє розуміння основоположних теорій і фактів, вміння аналізувати, порівнювати і систематизувати інформацію, робити певні висновки;</li> <li>– вільно застосовує матеріал у власній аргументації;</li> <li>– при виконанні практичних завдань допускає несуттєві помилки;</li> <li>– відповідь повна, логічна, обґрунтована, але містить несуттєві неточності.</li> </ul>
C		75-81	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент виявляє ґрунтовні знання навчально-програмового матеріалу, але вони носять, в основному, репродуктивний характер;</li> <li>– демонструє розуміння основоположних теорій і фактів, вміння аналізувати, порівнювати і систематизувати інформацію, робити певні висновки на основі отриманих знань;</li> <li>– при виконанні практичних завдань допускає окремі помилки;</li> <li>– відповідь повна, логічна, обґрунтована, але з деякими неточностями.</li> </ul>

D		67-74	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, проте спостерігається їх недостатня глибина та осмисленість;</li> <li>– виявляє вміння частково аналізувати навчальний матеріал, порівнювати і робити певні, але неконкретні неточні, висновки.</li> </ul>
E	Задовільно	60-66	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент виявляє знання і розуміння основних положень навчального матеріалу, проте допускає неточності у розумінні основних положень навчального матеріалу;</li> <li>– допускає порушення логічності та послідовності викладу матеріалу;</li> <li>– не вміє пов'язати теоретичні положення з практикою.</li> </ul>
FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	35-59	<ul style="list-style-type: none"> <li>– студент фрагментарно відтворює незначну частину навчального матеріалу;</li> <li>– має нечіткі уявлення про об'єкт вивчення; виявляє елементарні знання фактичного матеріалу;</li> <li>– відсутні уміння і навички в роботі з джерелами інформації;</li> <li>– не вміє логічно мислити і викласти свою думку.</li> </ul>
F	Незадовільно з обов'язковим повторним курсом	0-34	<ul style="list-style-type: none"> <li>– не відтворює значну частину навчального матеріалу;</li> <li>– не вміє викладати матеріал;</li> <li>– не має уявлення про об'єкт навчання;</li> <li>– не володіє вмінням розв'язувати практичні завдання.</li> </ul>

### 13. Методичне забезпечення

1. Навчальна програма з генетики з основами селекції
2. Електронні конспекти лекцій, презентації навчального контенту.
3. Протоколи проведення практичних занять.
4. Методичні рекомендації до проведення самостійної роботи.
5. Електронний ресурс навчально-методичного забезпечення ОК на освітній платформі Moodle.

### 14. Список рекомендованих джерел Основна література

1. Демидов С. В., Бердишев Г. Д., Топчій Н. М., Черненко К. Д. Генетика. Київ : Фітосоціоцентр, 2007. 412 с.
2. Ніколайчук В. І., Надь Б. Б. Генетика з основами селекції. Ужгород, 2003. 196 с.
3. Стрельчук С. І., Демидов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. Київ : Фітосоціоцентр, 2000. 292 с.

4. Тоцький В. Генетика. Одеса : Астропринт, 2002. 712 с.
5. Сиволоб А. В., Рушковський С. Р., Кир'яченко С. С. та ін. Генетика. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2008. 320 с.

### **Додаткова література**

1. Бовт В. Д, Позмогова Н. В. Генетика : навчально-методичний посібник до самостійної роботи для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки «Біологія». Запоріжжя : ЗНУ, 2014. 122 с.
2. Карташова І. Біологічна задача: зміст, розв'язання, методика використання: Навчально-методичний посібник. Херсон : ПП. Вишемирський В.С., 2015. 104 с.
3. Генетика з основами селекції: Лабораторний практикум / укладачі О.Т. Лагутенко, Н.П. Чепурна. К.: Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2017. 160 с.
4. Генетика : навчально-методичний посібник / укладач І.О. Комарова. Кривий Ріг, 2021 р., 83 с.
5. Методичні вказівки до розв'язку задач з курсу “Молекулярна біологія”. Для студентів третього та четвертого курсу заочного відділення ННЦ «Інститут біології» / Упорядн. К. С. Афанасьєва, С. Р. Рушковський. Київ, 2014. 34 с.
6. Никифоров В. В., Пасенко А. В., Сакун О. А. Практикум з генетики : навчальний посібник. Кременчук : вид. відділ Кременчутського національного університету імені Михайла Остроградського, 2017. 138 с.
7. Орлюк А. П. Генетичний аналіз : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. III-IV рівн. акр. Херсон, 2013. 218 с.
8. Помогайло В. М., Петрушов А. В. Генетика людини : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Академія, 2014. 325 с.
9. Сучасні проблеми спадковості: Конспект лекцій / Т.Я. Шевчук, О.В. Коржик. Луцьк.: ПП Іванюк В.П., 2020. 126 с.
10. Терновська Т. К. Генетичний аналіз : навч. посіб. з курсу «Загальна генетика». Київ : ВД КМА, 2010. 335 с.
11. Торяник В. М. Робочий зошит з «Генетики з основами селекції» (для студентів спеціальностей 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), 091 Біологія). Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2021. 77 с.
12. Упатова І. П. Генетика з основами селекції : практикум / І. П. Упатова. Харків, 2019. 101 с.

### **15. Інформаційні ресурси**

1. Біологія 6-9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. URL : <https://mon.gov.ua/ua/osvita/.../navchalni-programi-5-9-klas>.

2. Біологія 10-11 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. URL : <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
3. Шкільні підручники з біології 9 клас. URL : <https://shkola.in.ua/pidruchnyky/9-klas/biolohiia/>
4. Шкільні підручники з біології 10 клас. URL : <https://shkola.in.ua/pidruchnyky/10-klas/biolohiia/>
5. Шкільні підручники з біології 11 клас. URL : <https://shkola.in.ua/pidruchnyky/11-klas/biolohiia/>
6. Методичні розробки з біології 9 клас. URL : <https://naurok.com.ua/biblioteka/biologiya/klas-9/>
7. Методичні розробки з біології 10 клас. URL : <https://naurok.com.ua/biblioteka/biologiya/klas-10>
8. Методичні розробки з біології 11 клас. URL : <https://naurok.com.ua/biblioteka/typ-7/storinka-8?subject=biologiya&grade=11>
9. Бібліотека методичних матеріалів Всеосвіта. Генетика. URL : [https://vseosvita.ua/library?s=%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0&cat=6&is\\_pay=&class=10&type=&title\\_only=1](https://vseosvita.ua/library?s=%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0&cat=6&is_pay=&class=10&type=&title_only=1)
10. Нуклеїнові кислоти. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=D73X5qwXunE>
11. Що таке ДНК і як вона працює. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=Iv9t1wmDE9k>
12. Біологія 9 клас. Роль молекул РНК у кодуванні та реалізації спадкової інформації. Генетичний код. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=cqdLOjju5Cc>
13. Реплікація ДНК. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=RVHmCtJAORk>
14. Репарація ДНК. URL : [https://www.youtube.com/watch?v=0Oq2r\\_2b64k](https://www.youtube.com/watch?v=0Oq2r_2b64k)
15. Зчеплене успадкування. Кросинговер. Хромосомна теорія спадковості. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=FUz16tmZo0I>
16. Типи успадкування ознак у людини. URL : [https://www.youtube.com/watch?v=n2H\\_3dpaqR8](https://www.youtube.com/watch?v=n2H_3dpaqR8)
17. Генетика статі. Успадкування, зчеплене зі статтю. URL : [https://www.youtube.com/watch?v=X4Gx7d8C\\_yQ](https://www.youtube.com/watch?v=X4Gx7d8C_yQ)
18. Хромосомна теорія спадковості. Зчеплене і позаядерне успадкування. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=7m15Vz2RgZo>
19. Біологія 9 клас. Розв'язування задач з теми «Генетика статі». URL : <https://www.youtube.com/watch?v=BtVd0RR5S8>
20. Біологія 9 клас. Форми мінливості. Модифікаційна мінливість. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=Aca42s1TBKw>

21. Біологія 9 клас. Види мутацій та причини їх виникнення. URL :  
<https://www.youtube.com/watch?v=vhMpUzASNYy>
22. Спадкова мінливість (комбінативна і мутаційна). URL :  
[https://www.youtube.com/watch?v=h\\_8ZAR4JHbU](https://www.youtube.com/watch?v=h_8ZAR4JHbU)
23. Модифікаційна мінливість. Вивчення мінливості у рослин. URL :  
<https://www.youtube.com/watch?v=MvCzd-d8dAA>
24. Форми мінливості. Модифікаційна мінливість. URL :  
<https://www.youtube.com/watch?v=hOTN1YbfQnM>
25. Закономірності розподілу алелів в популяціях. URL :  
<https://www.youtube.com/watch?v=agmpR10vmEM>
26. Центри походження культурних рослин. URL :  
<https://www.youtube.com/watch?v=SCwAeJtPXCw>