

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроєкології та землеустрою

Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства
ім. С. Т. Вознюка

05-01-347М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних і лабораторних занять та самостійної роботи
із навчальної дисципліни «Генетика»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Біотехнології,
біоробототехніка та біоенергетика»
спеціальності G 21 «Біотехнології та біоінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою
з якості ННІБАД
Протокол № 6 від 17.02.2026 р.

Рівне – 2026

Методичні вказівки до практичних і лабораторних занять та самостійної роботи із навчальної дисципліни «Генетика» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності G 21 «Біотехнології та біоінженерія» денної форм навчання [Електронне видання] / Солодка Т. М. – Рівне : НУВГП, 2026. – 26 с.

Укладач: Солодка Т. М., к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С. Т Вознюка.

Відповідальний за випуск: Колесник Т. М., к.с.-г. н., доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства ім. С. Т Вознюка.

Керівник освітньої програми Бедункова Ольга Олександрівна, доктор біологічних наук, професор.

Попередня версія методичних вказівок: 05-01-329

© Т. М Солодка, 2026
© НУВГП, 2026

ЗМІСТ

1. Загальні положення	4
2. Рекомендації до виконання практичних завдань	5
3. Рекомендації для виконання самостійної роботи.....	25
4. Рекомендована література.....	26

1. Загальні положення

Метою цієї дисципліни є допомогти студентам отримати глибоке розуміння процесів, явищ і механізмів, які відповідають за прояв таких основних властивостей живих організмів, як спадковість і мінливість. Студенти також знайомляться з сучасними досягненнями у галузі генетики та молекулярної біології, а також їх практичним використанням у селекції рослин та генної інженерії. Основні завдання дисципліни полягають у тому, щоб студенти:

- оволоділи знаннями про закони класичної генетики;
- зрозуміли зв'язок між зовнішніми ознаками організмів і їх клітинною та молекулярною основами;
- вивчили основні принципи та закономірності молекулярної генетики;
- ознайомилися із сучасними методами селекції рослин і генної інженерії;
- зрозуміли, як генетичні закони впливають на розвиток та еволюцію організмів.

Після вивчення курсу студент повинен:

- знати закони успадкування ознак за Г. Менделем;
- розуміти основи хромосомної теорії спадковості;
- знати принципи успадкування ознак, пов'язаних зі статтю;
- усвідомлювати природу та причини різноманітних видів мінливості;
- розуміти, як зберігається, передається та реалізується спадкова інформація протягом індивідуального та історичного розвитку;
- використовувати знання генетики в селекції та генній інженерії.

Студент повинен вміти:

- вирішувати різні типи генетичних задач;
- опанувати методи проведення генетичних експериментів та обробки результатів;
- виявляти генетичні закономірності в природних об'єктах.

2. Рекомендації до виконання практичних та лабораторних завдань

Лабораторна робота № 1

Тема: Вивчення матеріальних основ спадковості: будова та функції нуклеїнових кислот і хромосом

Мета роботи: ознайомитися з матеріальними носіями спадкової інформації; вивчити будову ДНК, РНК і хромосом; встановити взаємозв'язок між структурою нуклеїнових кислот і передачею спадкової інформації; сформувати практичні навички роботи з біологічними моделями та мікропрепаратами.

Обладнання та матеріали:

- світловий мікроскоп;
- постійні мікропрепарати клітин (корінець цибулі, тваринні клітини);
- таблиці та схеми будови ДНК і хромосом;
- моделі молекули ДНК;
- підручники, атласи з генетики та цитології.

Теоретичні відомості:

Матеріальною основою спадковості є нуклеїнові кислоти та хромосоми. Основним носієм генетичної інформації є ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота), яка міститься в ядрі клітини та формує хромосоми. ДНК складається з нуклеотидів і має подвійну спіральну структуру.

Гени — це ділянки ДНК, що кодують білки або РНК і визначають спадкові ознаки організмів.

Хромосоми — структурні одиниці ядра, що містять ДНК і білки (гістони) та забезпечують збереження й передачу спадкової інформації під час поділу клітини.

Хід роботи:

1. Вивчення будови клітини під мікроскопом

- Розглянути готові мікропрепарати рослинних і тваринних клітин.
- Знайти ядро клітини.
- Звернути увагу на локалізацію спадкового матеріалу.

2. Аналіз будови хромосом

- Розглянути схеми будови хромосом.
- Визначити: хроматиди, центромеру, плечі хромосоми.

- Замалювати хромосому в зошиті та підписати її частини.
3. Вивчення структури ДНК
- Розглянути модель подвійної спіралі ДНК.
 - Визначити складові нуклеотиду:
 - o азотиста основа;
 - o дезоксирибоза;
 - o фосфатна група.
 - Скласти схему будови фрагмента ДНК.

4. Порівняння ДНК і РНК

Заповнити таблицю:

Ознака	ДНК	РНК
Цукор		
Азотисті основи		
Локалізація		
Функції		

Контрольні запитання:

1. Що є матеріальною основою спадковості?
2. Яка будова молекули ДНК?
3. Що таке ген і хромосома?
4. Чим відрізняються ДНК і РНК?
5. Яке значення має спадковий матеріал для організму?

Лабораторна робота № 2

Тема: Вивчення каріотипу організмів.

Мета: Ознайомитися з особливостями клітинної будови та складом генетичного матеріалу.

Обладнання та матеріали:

- світловий мікроскоп;
- постійні мікропрепарати клітин (корінець цибулі, тваринні клітини);
- таблиці та схеми будови ДНК і хромосом;
- моделі молекули ДНК;
- підручники, атласи з генетики та цитології.

Теоретичні відомості:

Цитологічні основи спадковості ґрунтуються на хромосомній теорії спадковості, сформульованій Томас Морган. Згідно з нею, гени

локалізовані в хромосомах і передаються разом із ними під час клітинного поділу. Матеріальним носієм спадкової інформації є ДНК, просторова структура якої була встановлена Джеймс Вотсон та Френсіс Крік.

Мітоз — це спосіб поділу соматичних клітин, що забезпечує сталість каріотипу ($2n \rightarrow 2n$).

Фази мітозу:

- профаза
- метафаза
- анафаза
- телофаза

Біологічне значення:

- ріст рослин;
- регенерація тканин;
- підтримання генетичної стабільності.

Мейоз — це редукційний поділ ($2n \rightarrow n$), що лежить в основі утворення гамет.

Особливості:

- кон'югація гомологічних хромосом;
- кросинговер;
- незалежне розходження хромосом.

Хід роботи:

1. Вивчити будову клітини, намалювати її основні частини: мембрану, цитоплазму, мітохондрії, рибосоми, пластиди, ядро.

2. Заповнити таблицю хімічного складу молекул ДНК і РНК.

3. Замалювати структуру ДНК за моделлю Уотсона і Крика.

4. Заповнити таблицю кількості хромосом у різних культурах рослин.

Контрольні запитання:

1. Будова клітини.
2. Особливості будови ДНК та РНК.
3. Структура і функції хромосом.
4. Опис каріотипу.

Рекомендована література [1,2,5,7]

Практична робота № 3

Тема: Розв'язування задач на закони домінування та розщеплення ознак.

Мета: Ознайомитися з основними поняттями моногібридного схрещування та навчитися застосовувати їх на практиці.

Вказівки до розв'язування задач:

Якщо в задачі розглядається передача однієї ознаки (наприклад, забарвлення або форма), це називається моногібридним схрещуванням. У разі, якщо ознака є аутосомною (гени, що її визначають, знаходяться в будь-якій хромосомі, окрім статевих), слід дотримуватись таких закономірностей:

- Пряме і зворотне схрещування дають однакові результати.
- Ознаки передаються однаково особам чоловічої та жіночої статі.

Приклад моногібридного схрещування:

Розглянемо правила складання генетичних схем на прикладі моногібридного схрещування диплоїдних організмів, які відрізняються за парою аутосомних ознак. Батьківські форми є гомозиготними та мають альтернативну спадковість. Позначимо алель, що відповідає за домінуючу ознаку — А, а за рецесивну — а. Генотипи батьків: АА і аа.

Гомозиготні організми утворюють один тип гамет: А або а. При злитті цих гамет утворюється гетерозиготний організм, який продукує два типи гамет: А і а.

P: АА × аа

Гамети: А і а

F1: Аа × Аа

Гамети: А, а і А, а

F2: АА, Аа, Аа, аа

Генетична схема схрещування:

Результати розщеплення можна також відобразити за допомогою решітки Пеннета:

	А	а
А	АА	Аа
а	Аа	аа

Аналіз генотипів показує, що в F1 гетерозиготне потомство буде однотипним за генотипом та фенотипом, а в F2 відбувається розщеплення за генотипом у співвідношенні 1:2:1 (1/4 — гомозиготи AA або aa, 1/2 — гетерозиготи Aa). За фенотипом це співвідношення буде 3:1 (три домінантних до одного рецесивного).

Основні генетичні задачі:

1. Визначення характеру успадкування ознак — встановлення, як успадковуються ознаки (домінантні або рецесивні).

2. Обчислення генотипів і фенотипів потомства — визначення ймовірності появи певних фенотипів на основі генотипів батьків.

3. Зворотні задачі — на основі фенотипу потомства визначити генотипи батьківських особин.

Приклад:

Якщо організм має домінантну ознаку, його генотип може бути AA або Aa. У таких випадках генотип невідомий і позначається як A- (де друга алель невідома).

Задачі

1. У людини пігментація волосся є домінантною ознакою, а альбінізм (відсутність пігменту) — рецесивною. Обидва батьки є гетерозиготними за пігментацією волосся. Яка ймовірність того, що їхня дитина буде альбіносом?

2. У гарбуза плоди можуть бути жовтими або білими, причому білий колір є домінантним. Після схрещування жовтих і білих сортів у першому поколінні всі рослини мали білі плоди. При подальшому схрещуванні цих рослин у другому поколінні з 229 рослин 171 мала білі плоди, а 58 — жовті. Які закономірності успадкування забарвлення плодів у гарбуза можна визначити на основі цих даних?

3. Гігантський томат був схрещений з карликовим, і всі нащадки в першому поколінні мали високе стебло. У другому поколінні серед 127000 рослин було 31750 карликових. Яка частка карликових рослин серед них буде гомозиготною?

4. У великої рогатої худоби чорний колір шкіри домінує над червоним. Якщо червона корова спарована з чорним бугаєм і їхнє теля також червоне, якими можуть бути генотипи цих тварин?

5. У пшениці зерно може бути скловидним (домінантна

ознака) або мучнистим (рецесивна ознака). Якщо схрестити дві гетерозиготні рослини за цією ознакою, яку частку потомства буде з мучнистим зерном?

6. У томатів ген високого росту домінує над геном карликовості. Які генотипи батьків можуть призвести до фенотипового розщеплення 1:1 у потомства?

7. Чоловік і жінка карликового зросту одружилися. Який зріст може бути у їхньої дитини, якщо карликовість є домінантною ознакою, а батько жінки був нормального росту?

8. У жоржин ген махрових квіток є домінантним над геном простих квіток. Які фенотипи можуть бути у потомства першого покоління при схрещуванні двох гетерозиготних рослин?

9. У томатів червоний колір плодів домінує над жовтим. Яким буде колір плодів у потомства, отриманого шляхом схрещування гетерозиготних рослин з червоними плодами з рослинами з жовтими плодами?

10. У курей породи віандот розовидний гребінь домінує над простим листовидним. Гетерозиготна курка була схрещена з півнем з простим гребенем. З 100 інкубованих яєць отримано кілька курчат.

Визначте:

- a) Скільки різних типів гамет утворює курка і півень?
- b) Які генотипи можуть бути у курчат?
- c) Яка частка курчат буде гетерозиготною?
- d) Яка частка курчат матиме розовидний гребінь?

11. Плоди гарбуза можуть бути жовтими або білими, при цьому білий колір домінує над жовтим. В першому поколінні отримали 104 рослини з білими плодами. У другому поколінні з 229 рослин 171 мала білі плоди, а 58 — жовті. Які закономірності успадкування забарвлення плодів у гарбуза можна визначити на основі цих даних?

12. Гігантський томат схрестили з карликовим, і всі нащадки першого покоління мали високе стебло. У другому поколінні серед 127000 кущів 31750 були карликовими. Яка частка з цих карликових кущів буде гомозиготною?

13. У великої рогатої худоби чорний колір домінує над червоним. Червона корова, спарована з чорним бугаєм, народила червоне теля. Якими можуть бути генотипи цих трьох тварин?

14. Зерно пшениці може бути скловидним або мучнистим,

причому скловидність є домінантною ознакою. Яку частину рослин з мучнистим зерном слід чекати в потомстві, яке отримане від схрещування гетерозиготних форм.

15. У томатів ген високого росту домінує над геном карликовості. Які генотипи батьків можуть спричинити розщеплення 1:1 у фенотипі потомства?

Рекомендована література [1,2,6,7]

Практична робота № 4.

Тема: Розв'язування задач на дигібридне схрещування при повному домінуванні.

Мета: Ознайомитися з основними поняттями дигібридного схрещування та навчитися використовувати отримані знання на практиці.

Вказівки до рішення задач:

1. При дигібридному схрещуванні аналізують успадкування двох пар незалежних ознак.

2. При символічному записі генотипів використовують два паралельні гени (наприклад, ААББ).

3. Для кожної гамет потрібно записувати одну алелю з кожної пари.

4. У випадках гетерозиготності, гомологічні алелі комбінуються в усіх можливих сполученнях.

Задачі

1. Жовтий колір насіння домінує над зеленим, а зморшкувата поверхня насіння – над гладенькою. Схрестили горох, вирощений з жовтого гладенького насіння, з пилком гороху, отриманого з зморшкуватого зеленого насіння. У потомстві виявлено 4 типи горошин: жовті гладенькі, жовті зморшкуваті, зелені гладенькі, зелені зморшкуваті, з приблизно рівним співвідношенням 1:1:1:1. Які генотипи батьків і потомків?

2. Схрестили томати з червоними кулястими плодами. У потомстві отримано 39 рослин з червоними кулястими, 14 – з червоними грушоподібними, 12 – з жовтими кулястими, 4 – з жовтими грушоподібними плодами. Як успадковується забарвлення і форма плодів.

3. У айстр червоні квіти та короткий вегетаційний період домінують над білими квітами та довгим вегетаційним періодом. Отримайте білоквіткову айстру з коротким вегетаційним періодом, якщо один з батьків мав білі квіти і довгий вегетаційний період, а інший – червоні квіти і короткий вегетаційний період.

4. У кролів звичайна шерсть домінує над довгою (ангорською), стоячі вуха домінують над клаповухістю. Серед гібридів першого покоління, отриманих від схрещування кролів із звичайною шерстю і стоячими вухами з клаповухими ангорськими, отримано 28 ангорських з стоячими вухами, 32 із звичайною шерстю і стоячими вухами, 9 ангорських клаповухих, 11 із звичайною шерстю клаповухих. Які генотипи батьків і потомства?

5. Які типи гамет утворюють рослини таких генотипів:
а) ААВВ b) АаВВ с) ааВВ d) ААВв е) АаВв

6. Після схрещування двох рослин гороху, вирощених з жовтого гладенького насіння, отримано потомство з жовтим гладеньким насінням. Чи можна визначити генотип вихідних рослин?

7. Один сорт гороху має червоні квіти і зморшкувате насіння, інший – білі квіти і гладеньке насіння. Білі квіти і гладеньке насіння – рецесивні ознаки. Який процент рослин з білими квітами і зморшкуватим насінням очікується у другому поколінні від схрещування цих сортів?

8. Червоний плід томату домінує над жовтим, а опушене стебло – над не опушеним. Яке потомство можна очікувати від схрещування гетерозиготної рослини з червоними плодами і опушеним стеблом з рослиною, що має жовті плоди і не опушене стебло?

9. Один сорт малини має жовті плоди і стебла без колючок, інший – червоні плоди і колючі стебла. Червоне забарвлення плода і колюче стебло – домінантні ознаки, а жовте забарвлення плода і неколюче стебло – рецесивні. Який процент рослин з червоними плодами і стеблом без колючок буде в другому поколінні від схрещування цих сортів?

10. Червоне забарвлення плодів томатів домінує над жовтим, куляста форма плоду – над грушоподібною. Рослина томату з червоними грушоподібними плодами схрещена з рослиною, яка має жовті кулясті плоди. У потомстві одержано $1/4$ червоних

кулястих, 1/4 червоних грушоподібних, 1/4 жовтих кулястих, 1/4 жовтих грушоподібних плодів. Які генотипи батьківських форм?

Рекомендована література [1,2,5,6]

Практична робота №5

Тема: Взаємодія алельних генів (неповне домінування, кодомінування, множинний алелізм).

Мета: Ознайомитися з основними поняттями взаємодії генів, навчитись використовувати отримані знання на практиці.

Вказівки до рішення задач:

1. При розв'язуванні задач з неповним домінуванням і кодомінуванням використовуються ті ж правила записування гамет, що й при повному домінуванні.

2. Алель, який не повністю домінує над рецесивним, позначають з рискою, яку пишуть над буквою.

3. У випадках неповного домінування у гібридів проявляється проміжний фенотип, а при кодомінуванні обидві алелі виражені одночасно.

4. У гетерозигот при неповному домінуванні спостерігається розщеплення на три фенотипи (1:2:1), а при кодомінуванні – всі варіанти ознак.

Задача

1. При схрещуванні чорного півня з білою куркою все потомство має плямисте забарвлення. В F₂ спостерігається розщеплення: 25% чорних, 50% плямистих, 25% білих. Яке потомство буде від схрещування плямистих курей з чорними та білими півнями

2. Чистопородні білі кури дають біле потомство, чорні – чорне, а їх схрещування дає строкате потомство. Яким буде забарвлення потомства від білого півня і строкатої курки? Яким буде потомство від двох строкатих курей?

3. Червоноплідні суниці при схрещуванні з червоноплідними завжди дають червоні ягоди, білоплідні – білі. Схрещування червоноплідних з білоплідними дає рожеві ягоди. Яким буде потомство від схрещування гібридних рослин з рожевими ягодами? Яким буде потомство після запилення червоноплідних суниць пишком гібридних суниць з рожевими ягодами?

4. У рослин нічної красуні червоне забарвлення квіток не повністю домінує над білим, і гетерозиготи мають рожеве забарвлення. Який буде генотип і фенотип гібридів від схрещування рожево квіткової рослини з червоно квітковою?

5. Червоноквіткова рослина нічної красуні схрестили з білоквітковою. Визначте фенотипи:

i. F1

ii. F2

iii. Потомство від схрещування рослин F1 з білоквітковою формою і червоно квітковою формою.

6. Рослини з широким листям при схрещуванні завжди дають потомство з широким листям, рослини з вузьким листям – вузьким. Схрещування широколистої особини з вузьколистою дає рослини з листям проміжної ширини. Яке буде потомство від схрещування двох рослин з листям проміжної ширини?

7. Кохінурові норки мають світле забарвлення з чорним хрестом на спині. Схрещування кохінурової норки з білою дає половину білого і половину кохінурового потомства. Схрещування кохінурових норок з чорними дає половину кохінурових і половину чорних. Які генотипи у всіх форм норок?

8. При схрещуванні напівостистих рослин пшениці одержано 184 безостистих, 177 остистих і 368 напівостистих рослин. Як успадковується ця ознака?

9. Чоловік з кучерявим волоссям одружився з дівчиною з прямим волоссям. Яким буде потомство, якщо пряме волосся рецесивне, а кучеряве не повністю домінує над прямим? Яким буде потомство у їх дітей, якщо вони будуть вступати в шлюб з особами з прямим волоссям?

10. Від схрещування двох рослин нічної красуні дістали гібриди, 1/4 з червоними, 1/2 з рожевими, 1/4 з білими квітами. Які генотипи і фенотипи у батьків?

Рекомендована література [1,2,3,4]

Практична робота № 6.

Тема. Виявлення проявів множинного алелізму на рослинному матеріалі.

Мета. Ознайомитись з основними проявами множинного алелізму, навчитись використовувати отриманні знання на практиці.

Вказівки до рішення задач. Гени, що визначають у людини групи крові за системою АВО, взаємодіють за типом кодомінування. Ці гени локалізовані в довгому плечі 9-ої хромосоми і визначають наявність або відсутність в еритроцитах антигенів А і В. У людей з I групою крові обидва антигени відсутні, що позначається як I (0) група. Цей стан визначається рецесивним геном i , а генотип людей з I групою – ii . Для II групи характерна наявність антигену А, який визначається наявністю домінантного гена, що позначається символом I^A . Другу групу крові мають люди як гомозиготні, так і гетерозиготні за даним геном ($I^A I^A$ та $I^A i$). Відповідно, для III групи крові – наявність антигену В і гена I^B . Ця група теж може бути у людей як гомо- так і гетерозиготних за даним геном ($I^B I^B$, $I^B i$). І нарешті, у людей з IV групою крові в еритроцитах є 2 антигени (А і В) і два різних домінантних гени ($I^A I^B$), що утворюють кодомінантну алельну пару. Якщо знати, яку групу крові визначає відповідний генотип, і, виписуючи гамети за звичайними правилами, можна легко визначити можливі групи крові дітей при рівних генотипах батьків і навпаки.

1. Селекціонер схрестив кроликів-шиншил з гімалайськими. Все перше покоління було світло-сірим. Одержані гібриди схрещувались між собою. При цьому було одержано 99 кроленят світло-сірого забарвлення: 48 гімалайських і 51 – шиншил. Визначте генотипи батьків та гібридів першого і другого покоління.

2. Схрестили кроликів дикого типу (агуті) з гімалайськими і одержали 81 кроленя. З них 41 із забарвленням дикого типу: 19 гімалайських і 21 альбінос. Визначте генотипи батьківських форм і їх потомства.

3. Якщо у матери група крові А, а у батька В, то які групи крові можуть мати їх діти ?

4. У трьох дітей в сім'ї групи крові А,В,О. Які групи крові можуть бути у батьків ?

5. Мати має групу крові А, а дитина В. Чи можна їй переливати кров матері ?

6. Якщо мати має групу крові О, а дитина групу крові А, то які групи крові міг мати батько?

7. Якщо мати має групу крові АВ, а батько – В, то які групи крові неможливі для їх дітей ?

8. Дитина має групу крові АВ, на неї претендують дві пари батьків. В одному випадку у батька група крові А, а у матері В, у другому – в матері АВ, а у батька О. Претензія якої пари батьків може бути виключена ?

9. У хлопчика I (О) група крові, у його сестри – IV (АВ) група крові. Що можна сказати про групу крові їх батьків ?

10. Мати має I (О) групу крові, а батько – IV (АВ) групу крові. Які можливі груп крові у їх дітей ?

Рекомендована література [1,2,5,6]

Лабораторна робота № 7

Тема. Успадкування ознак, зчеплених із статтю..

Мета. Ознайомитись з випадками успадкування ознак, зчеплених із статтю. Навчитись використовувати дані знання на практиці.

Основні поняття

При вирішенні задач на успадкування ознак, зчеплених із статтю так само, як і в задачах попередніх тем по генотипах батьків встановлюють фенотипи потомства і по фенотипам потомства встановлюють генотипи батьківських форм. Але при вирішенні цих задач слід враховувати деякі особливості:

1. У дрозоділи, ссавців і людини особини жіночої статі мають пару гомологічних статевих хромосом – XX. У жінок утворюється один тип гамет із X-хромосою і тому жіноча стать називається гомогаметною. Особини чоловічої статі містять одну X-хромосому і другу Y-хромосому, не повністю гомологічну першій. Відповідно у чоловіків утворюється два типи гамет з X-та Y-хромосомами і тому чоловіча стать називається гетерозиготною.

2. У деяких організмів (риби, птахи, метелики, плазуни) гетерогаметною є жіноча стать (XY), а гомогаметною чоловіча стать (XX).

3. При утворенні гамет розподіл генів проходить не так, як при аутосомному успадкуванні. При успадкуванні, зчепленому із статтю, гетерогаметний самець завжди продукує гамети двох типів,

оскільки містить негомологічну статеву У-хромосому.

4. Х- та У-хромосоми мають спільні ділянки, в яких знаходяться гени деяких хвороб: спазматичної параплегії, хвороби Огуті та ін. Ці ознаки однаково проявляються у чоловіків і жінок і називаються частково зчеплених із статтю.

5. Статеві хромосоми мають також не гомологічні ділянки. Так, у не гомологічній ділянці Х-хромосоми знаходяться гени, що зумовлюють зсідання крові, кольоросприймання, колір емалі зубів, тощо, а в У-хромосомі – гени, що визначають чоловічу стать, ріст волосся на вушних раковинах. Ці ознаки проявляються, як правило, в осіб визначеної статі, тому успадкування їх називається зчепленим із статтю.

6. Якщо ген локалізований у не гомологічній ділянці Х-хромосоми, то він передається тільки від батька до дочки, а від матері – до синів і дочок у рівній пропорції. Рецесивні ознаки, зчеплені з Х-Хромосомою (гемофілія, дальтонізм) частіше проявляється у чоловіків, а у жінок в гомозиготному стані.

7. Ознаки, зчеплені з У-хромосомою, передаються від батька до сина і зустрічаються тільки в осіб чоловічої статі. Таки ознаки називаються голандричними.

Задачі

1. У дрозофіли рецесивний ген вкороченого тіла с локалізований в Х-хромосомі, а ген С-домінантний ген нормальної довжини тіла локалізований у другій Х-хромосомі. Самка з нормальним тілом, гетерозиготна за геном вкороченого тіла, схрещена з самцем, що має вкорочене тіло. Визначити фенотипи самок і самців потомства від цього схрещування.

2. У людини кольорова сліпота обумовлена рецесивним геном (а), а нормальний зір – його доміантною алеллю – А. Ген кольорової сліпоти локалізований в Х-хромосомі. Від шлюбу дітей з нормальним зором народилась дитина, хвора на кольорову сліпоту. Встановити генотипи батьків.

3. Смугасте забарвлення оперення курей (плімутроків) визначається доміантним геном, що знаходиться в Х-хромосомі. Рецесивний ген визначає суцільне забарвлення опірення (чорне, червоне). Схрещується смугаста курка з півнем, що має чорне суцільне забарвлення оперення. Визначити фенотипи і генотипи першого покоління.

4. У дрозофіли фактор в рецесивний, зчеплений із статтю і летальний. Яким буде кількісне співвідношення статей в потомстві від схрещування самки Вв з нормальним самцем?

5. Чоловік (с) страждає дальтонізмом, його дружина здорова і гомозиготна за доміантною алеллю гена нормального зору. Які діти можуть бути у цієї пари ?

6. Якою буде стать особини з хромосомним набором XXУ у дрозофіли і людини? Чому?

7. Дочка дальтоніка вийшла заміж за сина дальтоніка. Обидва розрізняють кольори нормально. Вкажіть генотипи батьків і першого покоління.

8. Чи може бути чоловік гетерозиготним по ознаках, зчеплених із статтю ? Поясніть чому, напишіть формулу генотипу.

9. Коли альбінізм визначається рецесивним аутосомним геном, а гемофілія – рецесивним геном, зчепленим із статтю, то чи можуть бути чоловіки гемофіліки і альбіноси ?

10. Напишіть генотип здорової жінки, якщо батько її був гемофіліком, а мати – альбіносом.

Рекомендована література [1,2]

Лабораторна робота № 8

Тема: Генетична інженерія. Полімеразна ланцюгова реакція та електрофорез ДНК

Мета роботи: опанувати метод ампліфікації ДНК за допомогою полімеразної ланцюгової реакції (ПЛР) та метод розділення фрагментів ДНК методом агарозного електрофорезу; навчитися інтерпретувати результати генної детекції.

Обладнання та реактиви: термоциклер, мікропіпетки та наконечники, ПЛР-пробірки, агароза, електрофоретична камера, джерело живлення, маркер молекулярної маси ДНК, барвник (безпечний аналог етидйї броміду), УФ-транслюмінатор

Теоретичні відомості

Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР). Метод ПЛР дозволяє багаторазово копіювати задану ділянку ДНК *in vitro*. Метод був розроблений Кері Мулліс у 1983 році.

Основні компоненти реакції:

- матрична ДНК

- праймери
- термостабільна ДНК-полімераза (Тақ-полімераза)
- дезоксинуклеотиди (dNTP)
- буферний розчин

Цикл ПЛР включає:

1. Денатурація (94–95 °С)
2. Анелювання праймерів (50–65 °С)
3. Елонгація (72 °С)

Агарозний електрофорез. Метод базується на переміщенні негативно заряджених молекул ДНК в електричному полі через агарозний гель. Менші фрагменти рухаються швидше.

Основні етапи:

1. Приготування гелю (1–2% агарози)
2. Заливання у форму з гребінкою
3. Нанесення зразків
4. Електрофорез (80–120 В)
5. Візуалізація під УФ-світлом

Хід роботи.

Частина 1. Проведення ПЛР

1. Підготувати реакційну суміш (25 мкл):
 - буфер
 - dNTP
 - праймери
 - Тақ-полімераза
 - матрична ДНК
2. Помістити пробірки у термоциклер.
3. Запрограмувати 30 циклів реакції.
4. Після завершення зберігати зразки при +4 °С.

Частина 2. Проведення електрофорезу

1. Приготувати 1,5% агарозний гель.
2. Додати барвник.
3. Завантажити:
 - ДНК-маркер
 - ПЛР-продукти
4. Провести електрофорез при 100 В протягом 30–40 хв.
5. Візуалізувати смуги ДНК.
7. Обробка результатів

1. Визначити наявність ампліфікованого фрагмента.
2. Порівняти його довжину з маркером.
3. Зробити висновок про успішність ампліфікації.

Якщо очікуваний розмір фрагмента — 500 п.н., він має відповідати смузі між маркерними фрагментами відповідного розміру.

Контрольні запитання:

1. Що таке генетична інженерія та які її основні завдання?
2. Хто є автором методу ПЛР і яке його значення для молекулярної біології (Кері Мулліс)?
3. Що таке рекомбінантна ДНК?
4. Які ферменти використовують для створення рекомбінантної ДНК?
5. Які функції виконують праймери у ПЛР?
6. Чому для ПЛР використовують термостабільну ДНК-полімеразу?
7. З яких трьох основних стадій складається цикл ПЛР?

Лабораторна робота № 9

Тема. Проведення генетичного аналізу кросинговеру та побудова генетичних карт за вихідними даними.

Мета. Ознайомитись з основними проявами множинного алелізму, навчитись використовувати отриманні знання на практиці.

Вказівки до рішення задач. Третій закон Менделя – закон незалежного комбінування пар ознак здійснюється при умові, коли гени, що детермінують ці ознаки, знаходяться в не гомологічних хромосомах. Такі гени, які знаходяться в одній хромосомі, називаються зчепленими і вони разом утворюють одну групу зчеплення. Кількість груп зчеплення дорівнює гаплоїдному набору хромосом. Спільне успадкування генів, що обмежує їх вільне комбінування, тобто зчеплення генів або зчеплене успадкування називається законом зчеплення генів, або законом зчеплення Морганна.

Рекомбінація здійснюється між генами, а сам ген кросинговером не ділиться, його вважають одиницею кросинговеру. Величину кросинговеру вимірюється

відношенням кількості кросоверних особин до загальної кількості особин в потомстві від аналізуючого схрещування.

Величина кросинговеру виражається в процентах . Один процент кросинговеру складає одну одиницю відстані між генами (одну морганіду).

Величина кросинговеру виражає відносну відстань між генами: чим величина кросинговеру більша, тим далі гени локалізовані в хромосомах один від одного, чим величина кросинговеру менша, тим ближче гени один біля одного.

Для складання генетичної карти необхідно:

1. Задача: У дрозофіли гени А і В знаходяться в різних хромосомах, а гени С і Д – в одній і тій же хромосомі. Визначте всі можливі типи гамет, які можуть бути утворені від особин з наступними генотипами:

АВ СД

ав сд

еД ед (для самки і самця).

2. Задача: Самка дрозофіли має генотип АВ СД, а самець – ав сд. Після їхнього схрещування у першому поколінні (F1) виявлено, що 10% нащадків є рекомбінантами. Визначте генотипи всіх нащадків та процентне співвідношення кожного генотипу.

3. Задача: Схрестили гомозиготну особину з генотипом ав з нормальною особиною, а нащадків (F1) зворотно схрестили з рецесивною гомозиготою. В результаті отримано наступне потомство: 903 А-В-, 898 аавв, 98 А-вв, 102 ааВ-. Які результати кросинговеру вказують на відстань між генами а і в?

4. Задача: Схрестили рослину гороху з дегетерозиготним генотипом, у якій гени А і С успадковуються зчеплено. В процесі мейозу 25% клітин утворюють гамет з кросинговером. Які нові фенотипи і генотипи гібридів можна очікувати, а також які їх процентні співвідношення?

5. Задача: У томатів гени, які визначають висоту рослин та форму плодів, успадковуються зчеплено. Було схрещено гомозиготну рослину з домінантними генами високо рослості (Н) і шаровидної форми плодів (Р) з рослиною, що має карликовий ріст (h) і грушовидну форму плодів (р). Від самозапилення рослин F1 виростило 24 рослини F2.

а. Скільки рослин F1 мали високу рослинність і шаровидні плоди?

- b. Які різні генотипи можна було спостерігати в F2?
- c. Які різні фенотипи можна було спостерігати в F2?
- d. Скільки типів гамет утворювала рослина F1?
- e. Яка кількість рослин F2 мала карликовий ріст і грушовидні плоди?

6. Задача: У гороху гени, що визначають форму стебла, опушеність рослин і забарвлення квіток, знаходяться в одній хромосомі. Схрестили гомозиготну опушену рослину з витким стеблом і білими квітками з гомозиготною неопушеною рослиною з прямим стеблом і червоними квітками. В F1 було одержано 14 рослин, а від самозапилення цих рослин в F2 виростало 96 рослин.

- a. Скільки різних типів гамет може утворити рослина F1?
- b. Які різні генотипи спостерігалися в F2?
- c. Які різні фенотипи були в F2?
- d. Скільки рослин F2 мали опушене стебло, витке стебло і білі квіти?

e. Яка кількість рослин F2 була гетерозиготною?

7. Задача: Лінія кукурудзи, що є гомозиготною по зчепленим генам А і В, була схрещена з лінією, гомозиготною за генами а і в. У першому поколінні (F1) було одержано 10 потомків, а від їх схрещування з лінією-аналізатором було отримано 120 потомків, з яких 48 виявилися рекомбінантами.

- a. Скільки рослин F1 містили обидва домінуючі гени?
- b. Яка кількість рослин F2 була гомозиготною за обома ознаками?
- c. Скільки рослин F2 мали тільки один домінуючий ген А?
- d. Скільки рослин F2 мали тільки один домінуючий ген В?
- e. Яка відстань між генами А і В в одиницях кросинговеру?

Рекомендована література [1,2,5,6]

Практична робота № 10.

Тема. Вивчення закономірностей успадкування ознак в популяції.

Мета. Навчитись на практиці визначати ймовірність

настання генетично обумовлених подій.

Обладнання та матеріали. Конспекти, плакати, сноповий матеріал, лінійка.

Основні поняття

Популяційна генетика вивчає закономірності змін з покоління в покоління генетичної структури популяцій. Основою популяційної генетики є закон Харді – Вайнберга. Цей закон вживається для непомірно великих популяцій, в яких відсутні міграції, добір та мутації, і характерна панміксія (вільне схрещування). Припустимо, що в ідеальній популяції концентрація домінантного гена А дорівнює Р, а концентрація його рецесивного алеля а – М, то в цьому випадку загальна їх концентрація $P+M = 1$. Співвідношення спермій і яйцеклітин такого складу дає розподілення генотипів за такою формулою $(PA+Ma)(PA+Ma)$, в чьому можна переконатися, підставивши ці дані в решітку Пеннета.

В ідеальній популяції в наступному поколінні концентрація гамет з алелями А, яка буде від батьків з генотипом АА і Аа, буде складати: $P^2 + 2PM/2 = P^2 + P(1-P) = P^2 + P-P^2 = P$ а концентрація гамет з алелями а, від батьків з генотипом Аа і аа: $M^2 + 2PM/2 = M^2 + M(1-M) = M^2 + M-M^2 = M$. Отже, частота алелей в другому поколінні не змінюється. Аналогічним чином приходимо до висновку, що для ідеальної популяції концентрація генів не змінюється по поколіннях. Якщо загальне число гамет, що наявні в популяції, прийняти за 1 і частоту домінантного алелю А позначити р, то частота рецесивного алеля а буде дорівнювати $1-p$. Підставивши ці частоти в решітку Пеннета, ми отримаємо вираз формули Харді – Вайнберга $p^2 AA + 2p(1-p)Aa + (1-p)^2 aa = 1$.

За її допомогою можна порахувати відносну частоту генотипів і фенотипів в популяції.

Задачі

1. В популяції лисиць на певній території знайдено 9 991 рудих лисиць і 9 альбіносів. Руде забарвлення є домінантною, а альбінізм рецесивною ознакою. Визначить розподіл генотипів для даної популяції.

2. Альбінізм успадковується як рецесивна аутосомна ознака. В популяції Європи на 20 000 населення зустрічається 1 альбінос. Визначити % співвідношення гетерозигот в популяції.

3. Що повинно відбутися з популяцією, в якій виконується

закон Харді – Вайнберга, через 20 поколінь, якщо вихідні співвідношення генотипів: 25%AA, 25%aa, 50%Aa.

4. Напишіть генетичну структуру панміктичної популяції в F₃ якщо вихідне співвідношення генотипів було: 0,24 AA, 0,32 Aa, 0,44aa.

5. Порахуйте частоти генотипів AA, Aa та aa (в%), якщо гетомозиготні особини складають в панміктичній популяції 4%.

6. У виборці одного сорту кукурудзи, яка складалась з 8400 рослин, 210 рослин були альбіносами (альбінізм успадковується рецесивно). Визначте генетичну структуру популяції.

7. У сорту жита альбіноси (vv) зустрічаються з частотою 0,0036. Порахуйте частоту алелей V та v, а також частоту генотипів VV, Vv у цьому сорту.

8. Популяція складається з 80 % особин з генотипами CC і 20 % - cc. Визначте частоти генотипів CC, Cc, cc після встановлення рівноваги в популяціях.

9. Визначить частоту аутосомного домінантного гена А (поява у кішок білого комірця) якщо з 840 кішок, яких зустріли в місті 700 мали білий комірець.

10. Штучно створена популяція складається з 40 особин з генотипом AA, однієї – aa та 80 – Aa. Визначте співвідношення генотипіву четвертому поколінні у випадку панміксії і при самозапиленні.

Рекомендована література [9, 10]

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Теми самостійної роботи
1	Особливості статевого розмноження, його переваги перед нестатевим
2	Модель оперона. Особливості генної регуляції в вищих еукаріот.
3	Генетика, як теоретична основа селекції
4	Використання наслідків штучного мутагенезу в селекції рослин
5	Загальні уявлення про генну інженерію

Звітом про самостійну роботу здобувача є конспект матеріалу за вище наведеними темами. Конспектування опрацьованого матеріалу проводиться в довільній формі в рукописному вигляді в робочому зошиті або на стандартному папері формату А4 (210x297 мм) українською мовою. Захист опрацьованого матеріалу здійснюється при проведенні контрольних заходів поточного оцінювання разом із іншим матеріалом відповідної теми.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Стрельчук С. І., Демідов С. В., Бердишев Г. Д., Голда Д. М. Генетика з основами селекції. Київ : Фітосоціоцентр, 2000. 292 с.
2. Сиволоб А. В., Рушковський С. Р., Кир'яченко С. С. Генетика. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 320 с.
3. Сиволоб А. В., Афанасьєва К. С. Молекулярна організація хромосом. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2018. 329 с.
4. Сиволоб А. В. Фізика ДНК. Київ : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2011. 335 с.
5. Krebs J. E., Goldstein E. S., Kilpatrick S. T. Lewin's Genes XII. Burlington, MA : Jones & Bartlett Learning, 2018. 3194 p.
6. Griffiths A. J. F., Wessler S. R., Lewontin R. C., Gelbart W. M., Suzuki D. T., Miller J. H. Introduction to Genetic Analysis. 8th ed. New York : W. H. Freeman and Company, 2005. 782 p.
7. Hajalizadeh Z., Dayani O., Khezri A., Tahmasbi R., Mohammadabadi M., Solodka T., Kalashnyk O., Afanasenko V., Babenko O. Expression of calpastatin gene in Kermani sheep using real-time PCR. *Journal of Livestock Science and Technologies*. 2021. Vol. 9, No. 2. P. 51–57. URL: http://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/7371/3/Expression_of_calpastatin.pdf
8. Пішак В. М., Бойчук Т. М., Бажора Ю. І. Клінічна паразитологія : навч. посіб. для студ. мед. спец. ВНЗ. Чернівці : Буковинська державна медична академія, 2003. 344 с.
9. Бажора Ю. І., Сервецький К. Л. Імунологічні проблеми паразитології : навч. посіб. для студ. мед. спец. ВНЗ. Одеса : Одеська книжкова фабрика, 2001. 88 с.
10. Запорожан В. М., Сердюк А. М., Бажора Ю. І. Спадкові захворювання та природжені вади розвитку в перинатологічній практиці : навч. посіб. для студ. мед. спец. ВНЗ. Київ : Здоров'я, 1997. 360 с.
11. Пішак В. П., Мислицький В. Ф., Ткачук С. С. Спадкові синдроми. Клініка: лабораторна діагностика. Чернівці : Медакадемія, 2004. 388 с.
12. Бариліак І. Р. та ін. Медико-генетичний тлумачний словник. Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. 376 с.