

Міністерство освіти і науки України Національний
університет водного господарства та
природокористування
Навчально-науковий інститут агроєкології та
землеустрою
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

05-01-262М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять та самостійної роботи із освітньої
компоненти «Генетика» для здобувачів вищої освіти першого
(бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою
«Агрономія» спеціальності 201
«Агрономія» денної (з елементами дуальної освіти) та
заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою
з якості ННІАЗ
Протокол № 12 від 20.06.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи із освітньої компоненти «Генетика» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» денної (з елементами дуальної освіти) та заочної форм навчання [Електронне видання] / Веремеєнко С. І., Колесник Т. М., Солодка Т. М., Володимирець В. О. – Рівне : НУВГП, 2023. – 26 с.

Укладачі: Веремеєнко С. І., д.с.-г.н, професор кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства; Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства; Солодка Т. М., к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, Володимирець В. О., к.біол.н., доцент кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

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

Керівник групи забезпечення: Колесник Т. М., к.с.-г.н., доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства.

© С. І. Веремеєнко,
Т. М. Колесник, Т. М. Солодка,
В. О. Володимирець, 2023
© НУВГП, 2023

ЗМІСТ

1. Загальні положення.....	4
2. Рекомендації до виконання практичних завдань... ..	5
3. Рекомендації для виконання самостійної роботи... ..	24
4. Рекомендована література	26

1. Загальні положення.

Метою дисципліни є надання студентам можливостей до глибокого розуміння всіх тих процесів, явищ і механізмів, які забезпечують прояв таких невід'ємних властивостей живої речовини, як спадковість і мінливість; ознайомлення їх з останніми досягненнями в галузі генетики та молекулярної біології, з практичним втіленням цих досягнень у селекції культурних рослин та генній інженерії.

Основними завданнями навчальної дисципліни є:

- знання закономірностей прояву класичних законів генетики;
- розуміння взаємозв'язку між результатами прояву зовнішніх ознак організмів та їх цитологічною та молекулярною основами;
- знання основних положень та закономірностей сучасної молекулярної генетики;
- знання сучасних методів і прийомів для досягнень селекції рослин та генної інженерії;
- розуміння закономірностей прояву законів генетики в процесах індивідуального розвитку та еволюції організмів.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:

- що таке успадкування ознак згідно законів Г. Менделя;
- про основи хромосомної теорії спадковості;
- про успадкування ознак зчеплених зі статтю;
- про різноманітність та причини виникнення різних видів мінливості;
- про матеріальні основи зберігання, передавання та реалізації спадкової інформації в процесі індивідуального та історичного розвитку організмів;
- про використання теоретичних здобутків генетики в практиці селекційної роботи та генній інженерії.

Студент повинен вміти:

- розв'язувати різні типи генетичних задач;

- засвоїти методики закладання найпростіших генетичних дослідів та аналізу і статистичної обробки отриманих результатів;
- визначити прояви окремих закономірностей генетики на фактичному природному матеріалі.

2. Рекомендації до виконання практичних завдань

Практична робота № 1

Тема: Вивчення каріотипу організмів.

Мета. Ознайомитись з особливостями клітинної будови організму та будовою і складом генетичного матеріалу.

Завдання

1. Вивчити особливості будови клітини, замалювати, зазначивши основні частини клітини: мембрану, цитоплазму, мітохондрії, рибосоми, пластиди, включення, ядро.
2. Заповнити таблицю хімічного складу молекул ДНК і РНК.
3. Замалювати схему будови ДНК по Уотсону і Крику.
4. Заповнити таблицю числа хромосом в головних видах культурних рослин.

Основні поняття

Клітина є складною системою взаємозв'язаних, взаємозалежних і взаємозумовлених компонентів. Завдяки структурній складності, морфологічним і функціональним взаємозв'язкам клітина є високоорганізованою, цілісною, відкритою (тобто нерозривно пов'язаною з навколишнім середовищем), динамічною системою, здатною до саморегуляції самовідтворення. Здатність до само відтворення є, поряд з обміном речовин і енергії, однією з основних властивостей живих систем. Само відтворення клітини є інтегральним результатом обміну і лежить в основі розмноження організмів. Незалежно від форми розмноження індивідуальний розвиток починається з однієї клітини (спори, дочірньої клітини, зиготи) або групи клітин (при вегетативному розмноженні), тобто матеріальний зв'язок між поколіннями здійснюється через клітини.

Відтворення в поколіннях ознак і властивостей, характерних для виду, породи, сорту, штаму, обумовлене наявністю матриць (ДНК), здатних до самоподвоєння і точного розподілу під час клітинного поділу. Завдяки цьому дочірні клітини і організми успадковують програму специфічного метаболізму.

Контрольні запитання.

1. Будова клітини.
2. Особливості будови ДНК та РНК.
3. Будова і функції хромосом.
4. Характеристика кареотипа.

Рекомендована література [1,2,5,7]

Практична робота № 2

Тема: Вивчення основних процесів мітотичного та мейотичного поділу клітин.

Мета. Ознайомитись з особливостями протікання основних процесів мітотичного та мейотичного поділу клітин..

Завдання.

1. Зобразити схему мітозу, описати основні фази розвитку.
2. Зобразити схему мейозу, описати основні фази розвитку.

Основні поняття.

Мітоз (непрямий поділ ядра) є важливою складовою частиною процесу поділу клітини (поділ клітини = мітоз + цитокінез). Життєвий цикл клітини складається з двох частин: періоду її росту між двома поділами (інтерфази) і періоду поділу. Хромосоми подвоюються в інтерфазі. Молекулярною основою цього явища є реплікація ДНК. Період інтерфази, в якому відбувається синтез ДНК, називається синтетичний. Ядро, в якому подвоївся генетичний матеріал (ДНК) і синтезувалися необхідні структурні і регуляторні білки, вступає в мітоз, тобто починає ділитися. Мітоз складається з кількох фаз.

Складний поділ ядра, який передуює утворенню статевих клітин і спричинює зменшенню кількості хромосом удвоє, називається мейозом. Він відбувається в клітинах статевих залоз тварині людини, у найпростіших, археоспоріальних клітинах насінних зачатків і пиляків вищих рослин, а також у зиготах

багатьох грибів і водоростей. Мейоз складається з двох послідовних поділів: редукційного та еквацийного.

На відміну від мітозу, мейоз у гетерозиготних організмів веде до виникнення статевих клітин з різною генетичною інформацією.

Контрольні запитання.

1. Мітоз, основні фази.
2. Мейоз, особливості проходження.

Рекомендована література [1,2,3]

Практична робота № 3

Тема. Вивчення основних процесів формування та дозрівання статевих клітин у рослин.

Мета. На практиці ознайомитись з основними процесами формування та дозрівання статевих клітин у рослин.

Завдання

1. Замалювати цикл розвитку одного з представників нижчих рослин.
2. Замалювати мікро– та мегаспорогенез.
3. Замалювати схему запліднення у квіткових рослин.
4. Охарактеризувати основні типи розмноження рослин.

Основні поняття

Злиття чоловічих і жіночих гамет, що закінчуються об'єднанням їх ядер і утворенням зиготи, називається заплідненням. Головна суть процесу запліднення заключається в об'єднанні чоловічих і жіночих пронукліусів і утворення ядра зиготи з відновленим до характерного для виду диплоїдного числа і парності хромосом.

Для покритонасінних рослин характерне подвійне запліднення. Воно називається так тому, що в цьому процесі приймають участь два спермія і зливаються вони з двома різними ядрами.

Розвиток зародка з заплідненої яйцеклітини – найбільш широко розповсюджене явище серед вищих рослин і тварин. Тим часом зустрічаються і інші способи статевого розмноження: апоміксис, партеногенез, андрогенез.

Апоміксис – це розмноження за допомогою насіння, але без запліднення. При апоміксисі яйцеклітина утворюється без зменшення в ній числа хромосом і здатна розвиватись без її запліднення пилом. Якщо схрещувати рослини шляхом апоміксису, то в отриманому потомстві не буде виявлений вплив батьківської спадковості.

Патогенез – розвиток зародка з незаплідненої яйцеклітини. Найбільш часто зустрічається в природі у нижчих тварин.

Андрогенез – розвиток зародку з яйцеклітини, власне ядро якого відмирає до запліднення і замінюється ядром одного чи двох сперматозоїдів, що проникають в цитоплазму. Це явище досить рідке, спостерігається як в рослинному так і тваринному світі.

Контрольні запитання.

1. Характеристика мікроспорогенезу.
2. Макроспорогенез, основні етапи.

Рекомендована література [1,2,4,5]

Практична робота № 4

Тема. Розв'язування задач на статистичний аналіз в генетиці.

Мета. Засвоїти основні принципи статистичного аналізу, навчитись використовувати отримані знання на практиці..

Завдання.

1. Виміряти довжину і ширину листків одного виду рослин.
2. На основі вимірювань скласти матрицю даних.
3. Визначити коефіцієнт кореляції, похибку коефіцієнта кореляції, медіану, середнє арифметичне, дисперсію, провести перевірку отриманих значень.

Основні поняття

Основними статистичними характеристиками кількісної мінливості є середня арифметична, дисперсія, похибка середньої арифметичної, коефіцієнт варіації.

Середня арифметична \bar{X} являє собою узагальнену характеристику всього об'єднання в цілому. Якщо суму всіх варіантів $(X_1+X_2+\dots+X_n)$ позначити $\sum X$, а число всіх варіантів

через n , то формула для визначення простої середньої арифметичної має наступний вигляд:

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{n}.$$

Дисперсія s^2 та стандартне відхилення s являються основними мірками варіації. Дисперсія є результат ділення суми квадратів відхилення $\sum (X - \bar{x})^2$ на число всіх змін без одиниці ($n-1$). Вилученням квадратного кореня з дисперсії отримують стандартне або середнє квадратичне відхилення.

Коефіцієнт варіації V отримують діленням стандартного відхилення, вираженого в відсотках, на середнє арифметичне даної вибірки.

Коефіцієнт кореляції вказує на тісноту та напрямок кореляції. Коефіцієнт кореляції визначається за формулою:

$$r = \frac{\sum (X - \bar{x})(Y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (X - \bar{x})^2 \sum (Y - \bar{y})^2}} \quad (3.1)$$

Якщо, $r < 0,3$ кореляційна залежність між ознаками слабка, $r = 0,3-0,7$ – середня, а при $r > 0,7$ – сильна.

Рекомендована література [1,2,4,5]

Практична робота № 5

Тема. Розв'язання забач на закони домінування та розщеплення ознак.

Мета. Ознайомитись з основними поняттями моногібридного схрещування, навчитись використовувати отриманні знання на практиці.

Вказівки до рішення задач. Якщо в задачі враховується передача потомству лише однієї ознаки (наприклад, забарвлення чи форми), то таке схрещування має назву *моногібридного*. Якщо ці ознаки аутомомні, тобто гени, що їх визначають, знаходяться в будь-якій хромосомі, крім статевої, то успадкування буде мати слідувачі закономірності:

- пряме і зворотнє схрещування дають однаків результат;
- ознаки успадковуються однаково особинами чоловічої і жіночої статі.

Розглянемо правила складання генетичних схем на прикладі моно гібридного схрещування диплоїдних організмів, що відрізняються за парою аутосомних ознак. Батьківські форми гомозиготні і мають альтернативну спадковість. Позначимо алель, який обумовлює домінуючу ознаку А, рецесивну – а. Генотип батьків АА і аа. Наступний етап - написання всіх можливих типів гамет. Гомозиготні організми утворюють один тип гамет А або а. При злитті цих гамет утворюється гетерозиготний організм, що утворює два типи гамет: А і а.

Поведінку генів при моногібридному схрещування відображено на схемі:

P	AA	x	aa	
г	A		a	
F ₁		Aa	x	Aa
г	A,a		A,a	
F ₂		AA, Aa, Aa, aa		

Подвоєння материнських та батьківських гамет відбувається випадково, що можна також відобразити за допомогою решітки Пенета, в якій над колонками решітки по горизонталі виписують батьківські гамети (спермотозоїди), а зліва проти рядків решітки в стовпчик виписують усі типи материнських гамет (яйцеклітини). На перетину горизонтального рядка і вертикальної колонки решітки виписують комбінації гамет. Проти кожного з отриманих генотипів потомства зашифровують їх фенотип (на підставі зробленого перед початком завдання символічного запису “алель – ознака”).

	A	A
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Аналіз генотипів свідчить про те, що від гомозиготних батьків з різною спадковістю в F₁ виникає гетерозиготне потомство, яке однотипне за генотипом і фенотипом. В F₂ відбувається розщеплення за генотипом у відношенні 1/4 – гомозиготи, схожі з одним із батьків, 1/2 – гетерозиготи, які у

випадку повного домінування схожі з одним із батьків. Розщеплення за генотипом 1:2:1, за фенотипом 3:1.

Серед генетичних задач на моногібридне схрещування зустрічаються такі, в яких треба встановити характер успадкування ознак, генотипи та фенотипи потомства, імовірність виникнення того чи іншого фенотипу організмів, за фенотипом потомства встановити генотип батьківських особин.

Якщо генетична схема складається для розв'язання задач, в яких наведені генотипи деяких особин і треба їх визначити, генотипи цих особин записуються за допомогою фенотипового радикалу. Фенотипний радикал – це та частина генотипу, яка визначає даний фенотип. Наприклад, організм з домінантною ознакою може мати генотип АА або Аа. Обов'язковою частиною генотипу організму з домінантною ознакою є алель А, тому організм з домінантною ознакою та невідомим генотипом позначають А-.

Задачі

1. Наявність пігменту в волоссі у людини домінує над альбінізмом (відсутність пігменту). Чоловік та його дружина гетерозиготні по пігментації волосся. Чи можливе у них народження дитини – альбіноса?

2. Плоди гарбуза бувають жовтими і білими. Схрестили сорти гарбуза з жовтими і білими плодами. В першому поколінні одержано 104 рослини, на яких утворилися білі плоди. При схрещуванні гібридних рослин між собою одержано 229 рослин, з яких 171 мали білі плоди, а 58 – жовті. Як успадковується забарвлення плодів у гарбуза?

3. При схрещуванні гігантського томату з карликовим в F_1 все потомство мало високе стебло. Але в F_2 серед 127000 отриманих кущів томату 31750 були карликового зросту. Скільки серед них буде гомозиготних кущів?

4. У великої рогатої худоби чорне забарвлення домінує над червоним. Червона корова мала від чорного бугая червоне теля. Які генотипи мають усі три тварини?

5. 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?

6. У томатів ген високого росту домінує над геном карликовості. Які можуть бути генотипи батьків, якщо в потомстві виявлено розщеплення за фенотипом 1:1?

7. Чоловік карликового росту одружився з жінкою карликового росту. Якою може бути на зріст їх дитина, якщо карликовість домінує над нормальним ростом, а батько жінки був нормального росту?

8. У жоржини ген, що зумовлює махровість квітки, домінує над геном не махровості. Які будуть потомки у першому поколінні від схрещування гетерозиготних рослин?

9. У томатів ген, якій зумовлює червоний колір плодів, домінує над геном жовтого забарвлення. Якого кольору будуть плоди в рослин, які одержані від схрещування гетерозиготних рослин з червоними плодами з рослинами, що мають жовті плоди?

10. У курей породи віандот розовидна форма гребеня домінує над простою листовидною. Гетерозиготна курка була схрещена з півнем, що має простий листовидний гребінь. Від неї інкубацією яєць отримали 100 курчат. Визначте: а). Скільки типів гамет утворює курка, а скільки півень; б). Скільки генотипів будуть мати курчата; в). Скільки курчат будуть гетерозиготними; г). скільки курчат матимуть розовидний гребінь.

Рекомендована література [1,2,6,7]

Практична робота № 6.

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

Мета. Ознайомитись з основними поняттями дигібридного схрещування, навчитись використовувати отриманні знання на практиці.

Вказівки до рішення задач. При дигібридному схрещуванні аналізують успадкування двох пар незалежних ознак. При символічному записі генотипів позначають два паралельних гени (наприклад, ААББ).

Якщо в задачі не треба враховувати зчеплення генів в хромосомах, то у всіх гаметах символічно записується по одній алелі з кожної пари. При дигібридному схрещуванні, коли в генотипі батьків враховується дві алелі ні пари, в кожній гаметі повинні бути дві алелі. Наприклад, особини з генотипом Аавв утворюють гамети Ав. Складніше написання гамет при дигібридному схрещуванні, коли гетерозиготні особини по одній або декількох парах алелей. У цих випадках в гаметах вільно комбінуються домінантні та рецесивні алелі однієї пари з алелями іншої пари. Число різних типів гамет, які утворює гетерозиготна особина, дорівнює 2^n , де n – чисельність алелей, за якими дана особина гетерозиготна. Наприклад, особина з генотипом АаВв утворює 4 типи гамет. Для правильного написання всіх типів гамет при схрещуванні двох гетерозиготних особин, необхідно скомпонувати спочатку домінантну алель першої пари з домінантною алеллю другої пари. Отримане сполучення генів буде являти собою гамету першого типу. Потім домінантну алель першої пари комбінують з рецесивною алеллю другої пари, отримують наступний тип гамет. Далі аналогічно комбінують рецесивну алель першої пари з домінантною і рецесивною алеллю другої пари.

Задачі

1. У гороху жовтий колір насіння домінує над зеленим, а зморшкувата поверхня насіння – над гладенькою. При запиленні квітів гороху, який вирощено з жовтого гладенького насіння, пишком гороху, що отримано із зморшкуватого зеленого насіння, отримано 4 типи горошин: жовті гладенькі, жовті зморшкуваті, зелені гладенькі, зелені зморшкуваті. При перерахунку кількості горошин різних фенотипів виявилось, що співвідношення приблизно рівне 1:1:1:1. Визначте генотипи батьків та їх потомків.

2. Схрестили томати які мають червоні кулясті плоди. В потомстві одержано 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 айстру 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 другий – червоні квіти і короткий вегетаційний період.

4. У кролів звичайна шерсть домінує над довгою – ангорською, стоячі вуха – над клаповухістю. Серед гібридів першого покоління, отриманих від схрещування кролів із звичайною шерстю і стоячими вухами і клаповухих ангорських було 28 ангорських з стоячими вухами, 32 із звичайною шерстю і стоячими вухами, 9 ангорських клаповухих, 11 із звичайною шерстю клаповухих. Визначте генотип батьків і потомства.

5. Які типи гамет утворюють рослини таких генотипів: а). ААВВ, б). АаВВ, в). ааВВ, г). ААВв, д). АаВв.

6. Після схрещування двох рослин гороху, які виростили з жовтого гладенького насіння, було одержано потомство з жовтим гладеньким насінням. Чи можна визначити генотип вихідних рослин?

7. Один сорт гороху має червоні квіти і зморшкувате насіння, другий сорт – білі квіти і гладеньке насіння. Білі квіти і зморшкувате 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 очікується від схрещування гетерозиготної рослини з червоними плодами і опушеним стеблом з рослиною, що має жовті плоди і не опушене стебло?

9. Є сорт малини з жовтими плодами і стеблами, які не мають колючок. Інший сорт малини має червоні плоди і колючі стебла. Червоне забарвлення плода і колюче стебло – ознаки домінантні, а жовте забарвлення плода і неколюче стебло – рецесивні. Який процент рослин з червоними плодами і стеблом, що не має колючок, буде одержано у другому поколінні від схрещування цих сортів рослин?

10. Червоне забарвлення плодів томатів домінує над жовтими, 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. Визначити генотипи батьківських форм.

Рекомендована література [1,2,5,6]

Практична робота №7

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

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

Вказівки до рішення задач. Про розв'язувані задач цього типу використовують ті ж правила записування гамет, які використовували при повному домінуванні. Алель, який не повністю домінує над рецесивним, прийнято позначати з рискою, яку пишуть над буквою. Відрізнитися буде лише розщеплення потомства по фенотипу, оскільки у гібридів не відбувається подавлення рецесивної алелі домінантною. У гетерозигот при цьому функціонують обидві алелі і у фенотипі в них ознака присутня в порожній формі (неповне домінування). В інших випадках у гібридів дія обох алелей, завдяки чому появляється нова ознака (кодомінування).

При схрещуванні двох гетерозигот з неповним домінуванням в потомстві спостерігається розщеплення на три класи фенотипів у співвідношенні 1:2:1. Це пов'язане з тим, що кожна з гомозигот і гетерозигот мають фенотипи, які відрізняються один від одного. При аналізуючому схрещуванні гетерозиготи з гомозиготою aa розщеплення по фенотипу 1:1 (половина особин з рецесивною ознакою, половина – з проміжною).

Як правило, гени існують у двох алельних станах – домінантній і рецесивній алелі, але у багатьох генів відомо не два, а три, чотири та більше алельних станів. З декількох подібних

алелей, відповідальних за одну якість організму (наприклад, забарвлення), у певному локусі однієї хромосоми може знаходитись лише один алель, а в соматичних клітинах – два. Але можливість різних комбінацій по дві алелі з багатьох множинних алелей величезна. Наприклад, колір шерсті в одній з порід кроликів визначається 4 алелями одного локусу, які в різних сполученнях по два дають вісім варіантів.

Взаємодія між множинними алелями відбувається по типу повного домінування. Символами таких алелей можна уявити у вигляді ланцюжка – $A a_1, a_2, a_3, \dots$, де кожний алель є домінантним над всіма алелями, що знаходяться від нього справа, та рецесивними по відношенню до тих, що зліва.

В інших випадках множинні алелі взаємодіють за принципом кодомінування.

Задачі

1. При схрещуванні чорного півня з білою куркою все потомство має плямисте забарвлення. В F_2 відбувається розщеплення у відповідному співвідношенні: 25% чорних курчат, 50% - плямистих, 25% - білих. Яке потомство буде від схрещування плямистих курей з чорними і білими півнями?

2. Після схрещування між собою чистопородних білих курей потомство виявляється білим, а чорних курей – чорним. Потомство від схрещування білих і чорних курей виявляється строкатим. Яке забарвлення матимуть потомки білого півня і строкатої курки? Потомки двох строкатих особин?

3. Червоноплідні суниці після схрещування з червоноплідними завжди дають потомство з червоними ягодами, а потомки суниць з білоплідними ягодами – з білими ягодами. Після схрещування цих двох форм одержують потомство з рожевими ягодами. Яким буде потомство від схрещування між собою гібридних рослин суниць 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. Гетерозиготні рослини

мають рожеве забарвлення. Визначити генотип і фенотип гібридів від схрещування рожево квіткової рослини з червоно квітковою.

5. Червоноквітнову рослину нічної красуні схрестили з білоквітковою. Визначити фенотипи: 1) F_1 2) F_2 3) Потомства, одержаного від схрещування рослин F_1 з білоквітковою батьківською формою та червоно квітковою формою.

6. Ротики садові з широким листям при схрещуванні завжди дають потомство з широким листям, а рослини з вузьким листям – потомство лише з вузьким листям. Внаслідок схрещування широколистої особини з вузьколистою з'являються рослини з листям проміжної ширини. Яке буде потомство від схрещування двох особин з листям проміжної ширини ?

7. Кохінурові норки мають світле забарвлення з чорним хрестом на спині. При схрещуванні кохінурової норки з білою половина потомства виявляється білим, а половина – кохінуровим. Схрещування кохінурових норок з чорними дає половину кохінурових і половину чорних потомків. Визначте генотипи усіх форм норок.

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

9. Чоловік з кучерявим волоссям одружився з дівчиною з прямим волоссям. Яким буде потомство, якщо відомо, що пряме волосся – рецесивна ознака, а кучеряве волосся не повністю домінує над прямим. Яке буде потомство у їх дітей, якщо вони будуть вступати до шлюбу з особами, які мають пряме волосся ?

10. Від схрещування двох рослин нічної красуні дістали гібриди, $1/4$ яких мали червоні, $1/2$ рожеві, $1/4$ – білі квіти. Визначте генотип і фенотип батьків.

Рекомендована література [1,2,3,4]

Практична робота № 8

Тема. Взаємодія неалельних генів.

Мета. Ознайомитись з основними поняттями взаємодії генів, навчитись використовувати отриманні знання на практиці.

Вказівки до рішення задач. Відомо багато випадків коли ознака чи властивості детермінуються двома чи більше неалельними генами, що взаємодіють один з одним. Розрізняють такі типи взаємодії:

Комплементарність – такий тип взаємодії генів, коли гени доповнюють дію один одного. При комплементарній взаємодії генів розщеплення в F_2 по фенотипу буває таким як і при дигібридному схрещуванні – 9:3:3:1, або іншим 9:7, 9:3:4, 9:6:1.

Епістаз – це така взаємодія генів, при якій один ген пригнічує дію іншого неалельного гена. Пригнічуючу дію може справляти як домінуючий, так і рецесивний ген; в залежності від цього епістаз поділяється на домінуючий і рецесивний. При епістатичній взаємодії генів розщеплення по фенотипу в F_2 буває 13:3, 12:3:1 (домінуючий), 9:3:4, 9:7 (рецесивний).

Полімерією – називається взаємодія генів, при якій два, три і більше різних генів подібно діють на одну і ту ж ознаку, підсилюючи її прояв. При кумулятивній полімерії (вияв ознак залежить від кількості домінуючих генів в генотипі) в F_2 розщеплення по фенотипу йде у співвідношенні 1:4:6:4:1, при некумулятивній (вияв ознак залежить від наявності чивідсутності домінуючих генів у генотипі) – 15:1.

Задачі на взаємодію генів розв'язуються тими ж способами, що і задачі на незалежне менделівське успадкування, а саме:

1. Фенотипи потомків встановлюються за генотипами батьків, використовуючи решітку Пеннета;
2. Генотипи батьків визначають за розщепленням ознак у потомків (за чисел співвідношення фенотипічних класів).
3. Генотипи вихідних форм визначають за рецесивними гомозиготними потомками, які свідчать про наявність генів в обох батьків.

Задачі

51. У пахучого горошку гени С і Р порізно обумовлюють біле забарвлення квітів, червоне забарвлення буде тільки при наявності в генотипі обох цих факторів. Рослини з генотипом СРСР мають біле забарвлення квітів. Яке буде забарвлення квітів у потомстві від схрещування СсРр х ссРР?

52. У грициків форма плоду залежить від двох пар полімерних генів А1а1 і А2а2 . Рослини, що мають хоча б один домінуючий ген (А1 чи А2), продукують плоди трикутної форми. Рослини, що не мають ні одного домінуючого гена, продукують плоди яйцевидної форми. Рослини, з трикутними плодами схрещена з рослиною, що має плоди яйцевидні. У першому поколінні співвідношення потомків склало 3 частини трикутних плодів і 1 частина яйцевидних. Визначити генотипи батьківських форм.

53. Від схрещування сорту жита із зеленими зернами з сортом, що має білі зерна в F₁ всі гібриди мають зелене насіння, а в F₂ отримується розщеплення: 89 насінин зеленого кольору, 28 жовтих і 39 білих. Як успадковується колір насіння? Яким буде фенотип особин від схрещування гібридів F₁ із гомозиготними жовто- і білозерними рослинами?

54. При схрещуванні білих морських свинок з чорними потомство отримується сіре, а в F₂ на 9 сірих – 3 чорні і 4 білі. Чи можна точно такі ж F₁ і F₂ одержати від батьків з іншим кольором шерсті? Які будуть їх генотипи і фенотипи?

55. При схрещуванні двох сортів гарбуза, що мають білі і зелені плоди (ген а) F₁ також білоплідне, а в F₂ одержується наступне розщеплення: 12 білоплідних, 3 жовтоплідних (ген А) та 1 із зеленими плодами. Визначити тип успадкування даної ознаки і генотипи всіх форм.

56. При схрещуванні двох порід курей, з яких одна мала біле опірнення і чубчик, а інша теж біла, але без чубчика. В F₁ всі курчата виявились білими чубатими. В F₂ отримано слідує розщеплення: 39 білих чубатих, 4 рудих без чубчика, 12 білих без чубчика, 9 рудих чубатих. Поясніть, як успадковуються дані ознаки.

57. У грициків може бути трикутний і округлий стручок. При схрещуванні кожної гомозиготної форми з трикутним стручком із рослиною, що має круглий стручок, в F_1 завжди рослини мають трикутні стручки. Визначте генотипи рослин в схрещуваннях, що дають такі розщеплення: в F_2 а). 15 рослин з трикутними стручками, 13 – з округлими; б). 3 рослини з трикутними стручками, 1 – з округлими.

58. При схрещуванні двох рослин ячменю із світло-пурпурними зернами отримано F_1 з темно-пурпурними зернами. В F_2 пройшло розщеплення у співвідношенні: 9 темних, 6 світлих, 1 біле. Визначити генотипи батьків і потомства. Яке явище ілюструє цей приклад ?

59. Між алелями А і В має місце неповне домінування (АА – білий колір, Ав – сірий, ВВ - чорний). Домінантна алель гена С епістазу, тобто пригнічує прояв гена В. Якими будуть генотипи і фенотипи батьківських форм, F_1 і F_2 від схрещування ВВсс х ААСС?

Рекомендована література [1,2,5,6]

Практична робота № 9.

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 (A і B) і два різних домінуючих гени ($I^A I^B$), що утворюють кодомінуючу 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 (агута) 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 матері 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]

Практична робота № 10

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 Моргана.

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). Величину кросинговеру можна

визначити за формулою:
$$K = \frac{n_1}{n_2} \times 100\%, \quad (2)$$

де

K - величина кросинговеру (в %)

P_1 – кількість кросоверних особин в потомстві,

P_2 – загальна кількість особин в потомстві.

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. Визначити групу щеплення, до якої належить ген, тобто хромосому, в який він локалізований.

2. Встановити місце гена в групі щеплення, тобто його локус. Локалізація гена визначається шляхом врахування результатів кросинговеру. При цьому крім досліджуваного гена повинні враховуватись місцезнаходження ще двох генів.

1. У дрозофіли гени А і В локалізовані в двох різних ауто сомах, а гени С і Д – в одній і тій ж аутосомі. Визначити, скільки і які типи гамет продукують особини, що мають генотипи:

$$1. \frac{AB}{av}$$

$$2. \frac{CD}{cd}$$

2. Генотип самки дрозофіли $\frac{E\delta}{eD}$, а самця $\frac{e\delta}{eD}$. При їх

схрещуванні в F1 одержано 10 % рекомбінантів. Визначити генотип потомства і процент дрозофіл кожного генотипу.

3. Гомозиготну за генами ав особину схрестили з нормальною, а F1 зворотно схрестили з рецесивною гомозиготою. Одержане наступне потомство: 903 А-В-, 898 аавв, 98 А-вв, 102 ааВ-. Поясніть ці результати, вказавши відстань між генами а та в.

4. Схрещування дегетерозиготної рослого гороху, у якій гени А і С успадковуються зчеплено. При утворенні чоловічих гамет в 25 % клітин при мейозі відбувається кросинговер. У материнської особини мейоз пройшов без обміну ділянками хромосом. Які нові форми гібридів по гено- і фенотипу можна очікувати і скільки (в %) ?

5. У томатів гени, що визначають висоту рослин та форму плодів, успадковуються зчеплено і локалізовані в одній аутосомі. Схрещували гомозиготну рослину з домінантними генами високо рослості (Н) і шаровидної форми плодів (Р) з рослинами, що мають карликовий ріст (ген h) і грушевидну форму плодів (р). Було одержано 8 рослин F1, від самозапилення яких виросло 24 рослини F2.

1. Скільки високорослих рослин з шаровидними плодами було в F1?
2. Скільки різних генотипів було в F2 ?
3. Скільки фенотипів було в F2 ?
4. Скільки типів гамет може утворити рослина F1?
5. Скільки рослин F2 мають карликовий ріст і грушовидні плоди ?

6. У гороху гени, що визначають форму стебла, опушеність рослини і забарвлення квітів локалізовані в одній хромосомі. Домінує витка форма (P) стебла над прямостоячою (p), опушеність рослини (B) над відсутністю опушення (b), і пурпурне забарвлення квіток (A) над білим (a). Схрещували гомозиготну опушену рослину з витким стеблом і білими квітками з гомозиготною неопушеною рослиною, що має пряме стебло і червоні квіти. В F1 було одержано 14 рослин, від самозапилення їх в F2 було одержано 96 рослин.

1. Скільки різних типів гамет може утворити F1
2. Скільки різних генотипів було в F2?
3. Скільки різних фенотипів було в F2?
4. Скільки рослин F2 мали опушене, витке стебло і білі квіти?
5. Скільки рослин F2 були гетерозиготними?

7. Лінія кукурудзи, гомозиготна по зчепленим генам А і В, схрещена з лінією, гомозиготною за генами а та в. В F1 було одержано 10 потомків, від схрещування їх з лінією-аналізатором було одержано 120 потомків, із них 48 кросенговерні.

1. Скільки рослин F1 мали обидва домінантні гени?
2. Скільки рослин F2 були гомозиготними за обома ознаками?
3. Скільки рослин в F2 мали тільки один домінантний ген А?
4. Скільки рослин в F2 мали тільки один домінантний ген В?
5. Яка віддаль між генами А і В в одиницях кросинговеру?

Рекомендована література [1,2,5,6]

3. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

підготовка до аудиторних занять – 0,5 год./1 год. занять

= 0,5x(11+9)= 10 год.

підготовка до контрольних заходів – 6 год. на 1 кредит

СКТС = 6x3= 18 год.

опрацювання окремих тем програми або її частин, які не викладаються на лекціях - 33 год.

Розподіл годин самостійної роботи для студентів заочної форми навчання:

підготовка до аудиторних занять – (4+2)x 0,5год.=3год.

підготовка до контрольних заходів – 3 кредитів ·6год. = 18 год.

опрацювання окремих тем програми або її частин, які не викладаються на лекціях – 74 год.

Теми 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

Базова

1. Журченко А. А. Генетика. К. : Урожай, 2006.
2. Гершензон С. М. Основы современной генетики. К. : Наук. думка, 1983.

Допоміжна

3. Дегтярева Н. И. Лабораторный и полевой практикум по генетике. К.: Вища школа, 1979.
4. Дубинин Н. П. Генетика. Кишинев : Штиинца, 1985.
5. Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений. Кишинев : Штиинца, 1980.
6. Литвиненко О. І., Атраментова Л. О. Генетика. Збірник задач. К. : Вища школа, 1987.
7. Zohre Hajalizadeh, Omid Dayani, Amin Khezri, Reza Tahmasbi, Mohammadreza Mohammadabadi, Tetiana Solodka, Oleksandr Kalashnyk, Volodymyr Afanasenko, Olena Babenko Expression of calpastatin gene in Kermani sheep using real-time PCR. Journal of Livestock Science and Technologies 2021, 9 (2): 51-57. URL: <http://lst.uk.ac.ir>