**ТЕМА 7. ЗЧЕПЛЕНЕ УСПАДКУВАННЯ ТА КРОСИНГОВЕР**

**🕮** Гени, локалізовані в одній хромосомі, успадковуються разом і називаються *зчепленими*. Порядок зчеплення домінантних і рецесивних алелів позначається поняттям *структура генотипу* (генотип характеризує набір генів, структура генотипу – порядок їхнього сполучення). Структура генотипу подвійної гетерозиготи *АаBb* може бути різною. В одному випадку в одній хромосомі знаходяться два домінантних алеля, в іншому – два рецесивних: *AВ||ab* (фаза тяжіння). В іншому випадку в кожному хромосомному гомолозі присутній один домінантний та один рецесивний алель: *Ab||aB* (фаза відштовхування). Хромосома з розташованими в ній генами утворює *групу зчеплення*. Число груп зчеплення дорівнює кількості хромосом у гаплоїдному наборі.

Зчеплення алелів може змінюватись внаслідок обміну ділянками між гомологічними хромосомами – *кросинговеру*. Завдяки кросинговеру з’являються нащадки з новим сполученням ознак – *кросоверні особини*, які називаються *рекомбінантними*. Частота кросинговеру та, як наслідок, відсоток рекомбінантних нащадків кожної пари ознак – величина постійна. Вона залежить від відстані між генами, яка виражається у відсотках кросинговеру, або морганідах (на честь Т. Моргана, який сформулював хромосомну теорію спадковості). Відстань між генами у відсотках кросинговеру знаходять за

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Відстань між генами =** | **кількість кросоверних особин** | **× 100%** | (8). |
| **загальна кількість особин** |

формулою:

*Кросоверними* називаються хромосоми, в яких кросинговер зачепив аналізовані гени, та гамети з такими хромосомами, *некросоверними* – хромосоми та гамети, в яких зберігається вихідне зчеплення генів. Із кросоверних гамет виникають кросоверні (рекомбінантні) особини. Чим більша відстань між генами в хромосомі, тим частіше вони розділяються кросинговером і тим більший відсоток кросоверних особин.

Приклади розв’язання задач:

**Задача 1.** У гороху при схрещуванні гомозиготної сланкої опушеної рослини, що має білі квітки, із гомозиготною рунистою неопушеною рослиною із забарвленими квітками, усі рослини *F1* виявляються сланкими опушеними із забарвленими квітками. При схрещуванні таких рослин *F1*з рунистою неопушеною рослиною, що має білі квітки, отримане наступне розщеплення:

 61 сланкі опушені забарвлені,

190 сланкі опушені білі,

56 сланкі неопушені забарвлені,

188 сланкі неопушені білі,

59 рунисті опушені білі,

195 рунисті опушені забарвлені,

62 рунисті неопушені білі,

193 рунисті неопушені забарвлені. Поясніть ці результати.

*Розв’язання:*

Запишемо схему схрещування:

*Р* сланкі опушені білі × рунисті неопушені забарвлені

*F1* сланкі опушені забарвлені

*Р* сланкі опушені забарвлені × рунисті неопушені білі

*F1*61 сланкі опушені забарвлені

190 сланкі опушені білі

56 сланкі неопушені забарвлені

188 сланкі неопушені білі

59 рунисті опушені білі,

195 рунисті опушені забарвлені,

62 рунисті неопушені білі,

193 рунисті неопушені забарвлені.

Фенотип рослин *F1* свідчить про те, що сланка форма рослини, наявність опушення й забарвленість квітки є домінантними ознаками. Домінування повне.

Нехай алель *А* визначає сланку форму, *а* – рунисту; *В* – опушеність, *b* – неопушеність; *С* – забарвлення квітки, *с* – відсутність забарвлення. Оскільки вихідні батьки, за умовою, гетерозиготні, то схрещування з позначенням генотипів набуде вигляду:

*Р* *AABBcc* × *aabbCC*

*F1* *AaBbCc*

*Р**AaBbCc* × *aabbcc*

Видно, що останнє схрещування (*AaBbCc* × *aabbcc*) є аналізуючим. При відсутності зчеплення між генами тут варто очікувати розщеплення в співвідношенні 1:1:1:1:1:1:1:1. З результатів, що спостерігаються, видно, що очікуване співвідношення не виконується. Причиною цього може бути зчеплення генів. Однак поки зовсім не ясно, які з генів зчеплені. Очевидно, можна зробити кілька припущень, які вимагають перевірки.

Перевіримо спочатку гіпотезу про зчеплення генів *А* і *В*. Якщо виявиться, що вони зчеплені, обчислимо відстань між ними. Для цього, не приймаючи до уваги успадкування забарвлення квітки, підрахуємо кількість рослин, що відповідає визначеній комбінації ознак «сланке», «рунисте», «опушене», «неопушене»:

сланкі опушені 251 (61 + 190)

сланкі неопушені 244 (56 + 188)

рунисті опушені 254 (59 + 195)

рунисті неопушені 255 (62 + 193)

 Очевидно навіть без обчислення χ2, що ознаки не зчеплені, тому що розщеплення, яке спостерігається, – 251:244:254:255 практично не відрізняється від співвідношення 1:1:1:1. Звідси можна зробити висновок, що ген *А* не зчеплений з геном *В*.

Перевіримо гіпотезу про зчеплення генів *А* та *С*.

сланкі забарвлені 117 (61 + 56)

сланкі білі 378 (190 + 188)

рунисті забарвлені 388 (195 + 193)

рунисті білі 121 (59 + 62)

Звідси одразу видно, що співвідношення 1:1:1:1 не виконується. Отже, гени *А* та *С* зчеплені, локалізовані в одній групі зчеплення. Оскільки кросоверних особин завжди менше 50%, то 117 сланких забарвлених і 121 рунистих білих рослин є кросоверними. Обчислимо відстань між генами *А* та *С*.

|  |  |
| --- | --- |
| 121 + 117 | × 100 % = 23,7 % |
| 117 + 378 + 388 +121 |

Тепер неважко встановити генотипи батьків і *F1*.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *P* | *Ac* |  | *B* | *×* | *aC* |  | *b* |
| *Ac* |  | *B* | *aC* |  | *b* |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *F1* | *Ac* |  | *B* | *×* | *ac* |  | *b* |
| *aC* |  | *b* | *ac* |  | *b* |

Для перевірки переконаємося, що гени *В* і *С* не зчеплені:

опушені забарвлені 256 (61 + 195)

опушені білі 249 (190 + 59)

неопушені забарвлені 249 (56 + 193)

неопушені білі 250 (188 + 62)

Відповідь: результати, що спостерігаються, отримуються внаслідок того, що два з трьох генів (а саме гени *А* і *С*) зчеплені. Відстань між ними 23,7%.

**Задача 2.** Проведіть генетичний аналіз (визначте генотип батька, порядок генів, відстань у відсотках кросинговеру та величину співпадіння (коінциденцію), виходячи з наступного розщеплення в аналізуючому схрещуванні:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *АbС* | 54 | *аВС* | 3 |  *АВс* | 329 |
| *abc* | 130 | *Abc* | 3 | *АВС* | 119 |
| *аВс* | 59 | *аbС* | 303 |  |  |

*Розв’язання:*

Як видно, в умові задачі генотипи особин записані в скороченому вигляді. Так, наприклад, генотип *AabbCc* записаний як *AbC*, генотип *aabbcc* як *abc* і т.д. Якщо буде необхідний повний запис, то його неважко зробити додаванням рецесивних алелів *a*, *b*, *c*. Число особин *F*А дорівнює 54 + 130 + … 119 = 1000.

 Перевіримо гіпотезу про зчеплення генів *А* та *В*:

*Ab* 57 (54 + 3)

*АВ* 448 (329 + 119)

*аВ* 62 (59 + 3)

*аb* 433 (130 + 303)

Звідси ясно, що гени *А* та *В* зчеплені. Обчислимо відстань між ними: (57 + 62) / 1000 = 0,119 (11,9 %).

Перевіримо гіпотезу про зчеплення генів *В* і *С*.

*Вс* 388 (329 + 59)

*bС* 357 (303 + 54)

*bc* 133 (130 + 3)

*ВС* 122 (119 + 3)

Очевидно, що гени В і С також зчеплені. Відстань між ними складає: (122 + 133) / 1000 = 0,255 (25,5 %).

Якщо ген *А* зчеплений з геном *В*, а ген *В* зчеплений з геном *С*, то гени *А* та *С* знаходяться в одній групі зчеплення (в одній хромосомі). Оцінимо зчеплення генів *А* та *С*:

*АС* 173 (119 + 54)

*Ас* 332 (329 + 3)

*аС* 306 (303 + 3)

*ас* 189 (130 + 59)

Гени *А* та *В* зчеплені. Обчислимо відстань між ними: (173 + 189) /1000 = 0,362 (36,2 %).

Оскільки відстань між генами *А* та *С* найбільша, то ген *В* знаходиться між генами *А* та *С*. Отже, порядок розташування генів у хромосомі:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  А |  В |  С |  або |  С |  В |  А |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Уточнимо відстань між найбільш віддаленими один від одного генами *А* та *С*. Виправлення на подвійний кросинговер (подвоєна частота подвійних кросоверів): (3 + 3) / 1000 х 2 = 0,012 (1,2 %). Додамо цю величину до 36,2% та одержимо відстань між генами *А* та *С,* яка дорівнює 37,4 морганіди.

Цю ж відстань можна одержати інакше, шляхом простого підсумовування відстані між генами *А* та *В* (11,9) і відстані між генами *В* і *С* (25,5): 11,9 + 25,5 = 37,4 морганіди. Збіг відстаней між генами *А* та *С*, знайдених двома різними способами, свідчить про правильність обчислень.

Враховуючи, що некросоверних особин (*АВс –* 329, *аbС –* 303*)* буває більше, ніж кросоверних, генотип гетерозиготного батька можна записати:

|  |  |
| --- | --- |
| *AВc* |  *.* |
|  |
| *аbС* |

Як обчислити коінциденцію?

Теоретична частота стрічання подвійних кросоверів у випадку незалежності кросинговеру на одній ділянці хромосоми від кросинговеру на сусідній дорівнює добутку оцінок (ймовірностей) кросинговеру на ділянках *А-В* (0,119) та *В-С* (0,255), тобто 0,119 × 0,255 = 0,030. Фактична (експериментальна, емпірична) частота стрічання подвійних кросоверів у нашому випадку дорівнює (3 + 3) / 1000 = 0,006, тобто значно менша. Має місце позитивна інтерференція.

Відношення емпіричної частоти стрічання подвійних кросоверів до теоретичної (коінциденція) у даному випадку дорівнює 0,006/0,03 = 0,2 (20%).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Відповідь: | 1. Генотип гетерозиготного батька | *AВc* |  |
| *аbС* |  |
|  | 2. Порядок генів *А*–*В*–*С*  або *С*–*В*–*А* |  |  |
|  | 3. Відстань між генами *А* та *В* складає 11,9 морганіди, між генами *В* і *С* – 25,5 морганіди, між *А* та *С* – 37,4 морганіди. |
|  | 4. Величина коінциденції становить 20%. |

**Завдання 1. *Розв’язати наступні задачі***

1. Гени *А* та *В* локалізовані в одній парі гомологічних хромосом і повністю зчеплені, тобто кросинговер між ними не відбувається. Які типи гамет і в якому співвідношенні утворюють дигетерозиготні організми *АВ*||*аb* і *Аb*||*aB*?
2. В аналізуючому схрещуванні дигетерозиготи відбулося розщеплення на чотири фенотипічні класи у співвідношенні: 42,2% – *АВ*; 8% – *Аb*; 7,0% – *аВ*; 42,6% – *аb*. Як успадковуються гени? Знаходяться вони у фазі «тяжіння» або у фазі «відштовхування»?
3. У чотирьох гетерозиготних особин утворюються такі типи гамет:

а) *АВ* – 40%, *Аb* – 10%, *аВ* – 10 %, *ab* – 40%;

б) *АВ* – 50%, *ab* – 50%;

в) *АВ* – 25%, *Аb* – 25%, *аВ* – 25 %, *ab* – 25%;

г) *АВ* – 15%, *Аb* – 35%, *аВ* – 35 %, *ab* – 15%.

Який тип успадкування в кожному з випадків?

1. У людини рецесивний ген гемофілії та рецесивний ген дальтонізму локалізовані в Х-хромосомі на відстані 9,8 морганіди. Варвара, мати якої хвора на дальтонізм, а батько – на гемофілію, одружилася зі здоровим Андрієм. Яка ймовірність народження у Варвари та Андрія дитини з обома захворюваннями?
2. У томату ознака високої рослини домінує над низькою, гладкого епідермісу – над шорстким. Від схрещування двох рослин отримали розщеплення: 208 високих гладких, 9 високих шорстких, 6 низьких гладких, 195 низьких шорстких рослин. Поясніть розщеплення. Визначте генотипи вихідних рослин та їх фенотип.
3. У кролів плямистість домінує над суцільним забарвленням, а нормальна шерсть – над ангорською. Схрещено плямистого кроля з нормальною шерстю з суцільно забарвленою ангорською кролицею. Гібридів першого покоління знову схрестили з суцільнозабарвленими ангорськими кролями. Від цього одержано 26 плямистих ангорських кроленят, 144 суцільнозабарвлених ангорських, 157 плямистих з нормальною шерстю та 23 суцільнозабарвлених з нормальною шерстю. Як успадковуються плямистість та довжина шерсті по відношенню одна до одної?
4. При схрещуванні високої рослини томата з грушоподібними плодами з карликовою рослиною з кулеподібними плодами в *F1* всі рослини виявилися високими з кулеподібними плодами. Яке розщеплення повинно бути в *F2*, якщо всі ознаки контролюються моногенно, гени локалізовані в одній хромосомі та відстань між ними 16% кросинговеру?
5. У дрозофіли домінантний ген, що визначає «лопатеву форму» очей, розташовується в тій же аутосомі, що і рецесивний ген вкороченоcті тіла. Гомозиготну самицю з укороченим тілом і «лопатевими очима» схрестили з нормальним самцем. Якими виявляться гібриди першого покоління та яким буде потомство *F2*, якщо відстань між генами дорівнює 0,5% кросинговеру?
6. Від схрещування рослин кукурудзи з жовтим непрозорим (тьмяним) ендоспермом зерна з рослиною, яка мала білий прозорий ендосперм, в *F1* всі зерна мали жовтий прозорий ендосперм, а в *Fа* відбулося розщеплення: 777 зерен мали жовтий непрозорий ендосперм, 7 жовтий прозорий, 10 білий непрозорий і 773 білий прозорий ендосперм. Як успадковуються ознаки? Визначте генотипи вихідних рослин і гібридів *F1*, а також фенотип аналізатора.
7. У кукурудзи борошнистість ендосперму домінує над воскоподібністю, фіолетове забарвлення проростків – над зеленим. Гени, які контролюють ці ознаки, локалізовані в 9 хромосомі, відстань між ними – 12% кросинговеру. Який фенотип і генотип матимуть рослини *F1* від схрещування гомозиготних рослин з борошнистим ендоспермом і зеленим забарвленням проростків з рослиною, яка мала воскоподібний ендосперм і фіолетові проростки? Яке розщеплення за фенотипом Ви чекаєте отримати в *F2* цього схрещування?
8. У кукурудзи забарвленість насіння домінує над незабарвленістю, а гладкий ендосперм домінує над зморшкуватим. Схрещена рослина із забарвленим гладким насінням з рослиною, яка має незабарвлене зморшкувате насіння. В *F1* все насіння було забарвленим гладким. У результаті аналізуючого схрещування з гібридом першого покоління отримано насіння чотирьох типів:

4032 забарвлених гладких,

 149 забарвлених зморшкуватих,

 152 незабарвлених гладких,

4035 незабарвлених зморшкуватих.

8368

Поясніть результати, визначте генотипи вихідних форм. Яке розщеплення Ви очікуєте отримати в *F2* від схрещування гібридів першого покоління?

1. У кроликів ген рецесивної білої плямистості зчеплений з геном, який обумовлює іншу рецесивну ознаку – шерсть ангорського типу. Сила зчеплення між цими генами – 14% кросинговеру. Гомозиготного короткошерстого плямистого кролика схрещують з ангорським неплямистим. Визначте генотипи вихідних кроликів і в якій фазі – «тяжіння» або «відштовхування» – знаходяться в даному схрещуванні гени. Яке розщеплення спостерігатиметься в аналізуючому схрещуванні особин з *F1*?
2. Шість півнів, гетерозиготних за зчепленими зі статтю генами карликовості (*а*) та сріблястості (*В*), схрещували з нормальними золотистими курочками. Всіх півників від цього схрещування вибракували, а курочок у віці п’яти місяців класифікували таким чином:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ♀ ♀ *F1* від півнів | № 1, 3, 4 | № 2, 5, 6 |
| нормальних золотистих | 153 | 12 |
| карликових сріблястих | 137 | 15 |
| нормальних сріблястих | 13 | 164 |
| карликових золотистих | 11 | 174 |
|  | 314 | 365 |

Чим Ви поясните відмінності в результатах схрещувань? Яка сила зчеплення між генами *а* та *В*? Чому аналізували тільки курочок?

1. Катаракта та полідактилія в людини обумовлені домінантними аутосомними повністю зчепленими генами (тобто такими, між якими не відбувається кросинговер). Жінка успадкувала катаракту від своєї матері, а полідактилію від батька. Її чоловік нормальний у відношенні обох ознак. Чого скоріше можна очікувати у їх дітей: одночасної появи катаракти та полідактилії, відсутності обох цих ознак чи наявності тільки однієї аномалії – катаракти або полідактилії? Яких нащадків можна очікувати в родині, де батьки гетерозиготні за обома ознаками, якщо відомо, що матері обох членів подружжя страждали тільки на катаракту, а батьки – тільки на полідактилію?
2. Синдром дефекту нігтів та колінної чашечки визначається повністю домінантним аутосомним геном. На відстані 10 морганід від нього знаходиться локус груп крові системи АВ0. Один з подружжя має другу групу крові, а інший – третю. Той, у кого друга група крові, страждає дефектом нігтів та колінної чашечки. Відомо, що його батько був з першою групою крові та не мав цих аномалій, а мати з ІV групою крові мала обидва дефекти. Другий член подружжя, який має ІІІ групу крові, нормальний у відношенні дефекту нігтів та колінної чашечки та гомозиготний за обома парами аналізованих генів. Визначте вірогідність народження у цій родині дітей, які страждають дефектом нігтів та колінної чашечки та можливі їх групи крові.
3. У людини ген гемофілії та ген кольорової сліпоти розташовані в Х-хромосомі на відстані 9,8 кросоверних одиниць, обидва гени рецесивні. Ген синдрому дефекту нігтів та колінної чашечки знаходиться в аутосомі, а на відстані 10 кросоверних одиниць від нього розташований ген, який визначає групи крові за АВ0 системою. Ген синдрому дефекту нігтів та колінної чашечки домінантний по відношенню до нормального алеля. Жінка з ІІ групою крові та гетерозиготна за іншими аналізованими ознаками виходить заміж за чоловіка з ІІІ групою крові, дальтоніка та нормального за іншими аналізованими ознаками. Визначте вірогідність народження дітей у цій родині без аналізованих хвороб та визначте їх групи крові, якщо відомо, що в матерів обох членів подружжя була перша група крові та обидві вони страждали тільки кольоровою сліпотою.
4. Встановлено, що гени зчеплені та розташовані в хромосомі в наступному порядку: *А – В – С*. Відстань між генами *А* та *В* – 8% кросинговеру, між генами *В* і *С* – 10%. Коефіцієнт збігу дорівнює 0,6. Яке очікуване співвідношення фенотипів у потомстві аналізуючого схрещування (в %) рослини з генотипом *АВс||аbС*?
5. Проведіть генетичний аналіз результатів аналізуючого схрещування тригетерозиготи *АаВbСс*:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *АВС* | 71 | *аВС* | 18 |
| *АВс* | 3 | *аВс* | 11 |
| *АbС* | 14 | *аbС* | 2 |
| *Abc* | 17 | *abc* | 64 |
|  |  |  | 200 |

1. У кукурудзи є наступні ознаки: золотаве забарвлення сходів (*v*), зелене забарвлення сходів (*v+*); наявність лігул (*lg*), відсутність лігул (*lg+*); нормальне забарвлення листків (*b*), посилене забарвлення листків(*b+*). За приведеним розщепленням у *Fзв* визначте розташування генів на карті й генотипи гомозиготних вихідних рослин:

*b+ v lg* – 305 *b v lg* – 18

*b+ v+ lg+*– 22 *b v+ lg+* – 275

*b v+ lg* – 128 *b+ v+ lg* – 74

*b+ v lg+*– 112 *b v lg+* – 66

1. У кукурудзи гладеньке насіння домінує над зморшкуватим, а забарвлене – над безколірним. Ці гени локалізовані в одній і тій самій аутосомі на відстані 3,6 морганіди. Схрещено гомозиготну рослину з домінантними ознаками з рослиною, яка має рецесивні ознаки. Які нащадки будуть від схрещування гібрида з рослиною, яка має обидві рецесивні ознаки?
2. Між генами *А* і *В* кросинговер становить 18%, між *В* і *С* – 6,5%, між *А* та *С* – 24,5%. Побудуйте генетичну карту хромосоми. Як зміниться розташування генів, якщо між генами *А* та *С* кросинговер становить 6,5%, між *С* і *В* – 18 %, а між *А* та *В* – 24,5%?
3. У томатів відомі наступні ознаки: опушеність (*Н*), що домінує над відсутністю опушення (*h*); вузлуватість стебла (*J*), що домінує над гладкостебловістю (*j*); стійкість до *Сladosporium* (*C*), що домінує над чутливістю (*с*). Лінія гомозиготна за опушенням, вузлуватістю й чутливістю до *Сladosporium* (*HHJJcc*) була схрещена з лінією, гомозиготною за відсутністю опушення, вузлуватості й наявності стійкості до *Сladosporium* (*hhjjCC*). Рослини *F1* були схрещені з рослинами гомозиготними за відсутністю опушення, вузлуватості та стійкості до *Сladosporium* (*hhjjcc*). Серед нащадків від цього аналізуючого схрещування було отримано рослин:

|  |  |
| --- | --- |
| 342 | опушених, вузлуватих, чуттєвих, |
| 80 | опушених, вузлуватих, стійких, |
| 78 | неопушених, вузлуватих, чуттєвих, |
| 7 | неопушених, вузлуватих, стійких, |
| 11 | опушених, гладкостеблових, чуттєвих, |
| 84 | опушених, гладкостеблових, стійких, |
| 72 | неопушених, гладкостеблових, чуттєвих, |
| 326 | неопушених, гладкостеблових, стійких. |
| 1000 |  |

Визначте: а) взаємне розташування зазначених генів; б) відстань між генами; в) коефіцієнт збігу (коінциденцію); г) очікуване співвідношення фенотипів серед нащадків від аналізуючого схрещування в тому випадку, коли б дані три гени були локалізовані в різних негомологічних хромосомах.

1. Гени *А*, *В* і *С* локалізовані в одній хромосомі у вказаному порядку. Відсоток перехресту між *А*–*В* дорівнює 20, між *В*–*С* – 10. Особина, гомозиготна за *АВС*, схрещена з особиною, гомозиготною за *abc*. Які гамети утворюватимуться в особин *F1* і з якою частотою? Яке буде співвідношення фенотипів серед нащадків зворотного схрещування *F1* з особиною *abc*? Які особини будуть подвійними кросоверами?
2. Проведіть генетичний аналіз результатів двох аналізуючих схрещувань тригетерозигот *АаВbСс*:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Схрещування № 1 | Схрещування № 2 |
| *ABC* | 126 | – |
| *АВс* | 10 | 164 |
| *АbС* | 64 | 2 |
| *Abc* | 62 | 1 |
| *аВС* | 68 | 2 |
| *аВс* | 70 | 3 |
| *аbС* | 14 | 7 |
| *abc* | 133 | 172 |
|  | 547 | 351 |

1. Проведіть генетичний аналіз результатів двох аналізуючих схрещувань тригетерозигот *АаВbСс*:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Схрещування № 1 | Схрещування № 2 |
| *ABC* | 42 | – |
| *АВс* | 38 | 3 |
| *АbС* | 41 | 46 |
| *Abc* | 39 | 68 |
| *аВС* | 43 | 72 |
| *аВс* | 37 | 48 |
| *аbС* | 41 | 2 |
| *abc* | 40 | 1 |
|  | 321 | 240 |

1. При схрещуванні самиць дрозофіли з жовтим кольором тіла, кіноварним кольором очей та обрізаними крилами з самцями дикого типу в *F1*всі самиці виявилися дикого типу, а самці – жовті з кіноварними очима й обрізаними крилами, а в другому поколінні самиці й самці дали таке розщеплення:

|  |  |
| --- | --- |
| 1781 | з сірим тілом, червоними очима та нормальними крилами, |
| 53 | з сірим тілом, червоними очима та обрізаними крилами, |
| 296 | з сірим тілом, кіноварними очима та нормальними крилами, |
| 470 | з сірим тілом, кіноварними очима та обрізаними крилами, |
| 442 | з жовтим тілом, червоними очима та нормальними крилами, |
| 265 | з жовтим тілом, червоними очима та обрізаними крилами, |
| 48 | з жовтим тілом, кіноварними очима та нормальними крилами, |
| 1712 | з жовтим тілом, кіноварними очима та обрізаними крилами. |
| 5067 |  |

Як успадковуються ознаки? Визначте генотипи вихідних мух і *F1,* Якщо гени зчеплені, визначте відстань між ними і порядок їх розташування в хромосомі.

**Завдання 2. Обов’язкове для тих, хто поважає генетику.**

1. При схрещуванні сланких, опушених, білоквіткових рослин гороху з кущистими, голими рослинами, які мають забарвлені квітки, всі рослини виявилися сланкими, опушеними та мали забарвлені квітки. При схрещуванні такої рослини з *F1* з кущистою, голою, білоквітковою рослиною було отримано:

|  |  |
| --- | --- |
| 63 | сланких, опушених із забарвленими квітками, |
| 207 | сланких, опушених з білими квітками, |
| 65 | сланких, голих із забарвленими квітками, |
| 210 | сланких, голих з білими квітками, |
| 213 | кущистих, опушених із забарвленими квітками, |
| 67 | кущистих, опушених з білими квітками, |
| 208 | кущистих, голих із забарвленими квітками, |
| 70 | кущистих, голих з білими квітками. |

 Як успадковуються ознаки? Визначте генотипи вихідних рослин.

1. У томатів високе стебло домінує над карликовим, куляста форма плоду – над грушоподібною. Схрещено гомозиготну високу рослину з кулястими плодами з гомозиготною карликовою, яка має грушоподібні плоди. В *F2* отримано розщеплення:

1650 високих з кулястими плодами,

230 високих з грушоподібними плодами,

220 карликових з кулястими плодами,

400 карликових з грушоподібними плодами.

2500

Поясніть результати, визначте фенотип рослин *F1*. Яке розщеплення Ви чекаєте отримати в аналізуючому схрещуванні та які рослини Ви будете використовувати в цьому схрещуванні?

1. Від схрещування білих курочок без чуба з чорними чубатими півнями в *F1* всі курчата виявилися білими чубатими, а в *F2* відбулося розщеплення:

5005 білих чубатих,

2505 білих без чуба,

2460 чорних чубатих,

 30 чорних без чуба.

 10000

Як успадковуються ознаки? Визначте генотипи вихідних птахів та гібридів *F1*.Яке розщеплення Ви очікуєте отримати в аналізуючому схрещуванні та яких птахів Ви припускаєте використати для нього?

1. При схрещуванні дрозофіл отримано таких нащадків:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ♂♂ |  |  | ♀♀ |
| 75 | з червоними очима, сірим тілом і довгими крилами, |  | 92 | з червоними очима, сірим тілом і довгими крилами, |
| 70 | з білими очима, жовтим тілом і довгими крилами, |  | 75 | з білими очима, жовтим тілом і довгими крилами, |
| 21 | з білими очима, жовтим тілом і зачатковими крилами, |  | 20 | з червоними очима, сірим тілом і зачатковими крилами, |
| 27 | з червоними очима, сірим тілом і зачатковими крилами, |  | 28 | з білими очима, жовтим тілом і зачатковими крилами, |
| 2 | з червоними очима, жовтим тілом і довгими крилами, |  |  |  |
| 1 | з білими очима, сірим тілом і зачатковими крилами. |  |  |  |

Як успадковуються ознаки? Визначте генотипи і фенотипи вихідних мух. Якщо гени зчеплені, визначте відстань між ними.

1. При схрещуванні самиць дрозофіли з сірим тілом та нормальними щетинками з самцем, який має жовте тіло та розщеплені щетинки, в *F1* самиці та самці мають сіре тіло та нормальні щетинки. В *F1* зворотнього схрещування спостерігається кріс-крос наслідування, а в *F2* отримали численних нащадків, серед яких 3% особин мали сіре тіло та розщеплені щетинки або жовте тіло та нормальні щетинки. Як це можна пояснити? Як успадковуються ознаки? Визначте генотипи вихідних мух та гібридів *F1* прямого та зворотнього схрещувань.
2. Визначте відсоток перехресту між двома генами, якщо кросинговер відбувається з однаковою частотою у самиць та самців, та схрещування двох гетерозигот *Ab||aB* дає чотири типи нащадків, які мають однакову життєздатність. Найменший фенотипів клас складає 1% від усіх нащадків.
3. У дрозофіли в одному досліді щодо вивчення зчеплення генів, в *F2* було отримано таке розщеплення:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Самиці | Самці |
| *ABC* | 248 | 2 |
| *АВс* |  | 37 |
| *АbС* |  | 28 |
| *Abc* |  | 171 |
| *аВС* | 252 | 190 |
| *аВс* |  | 26 |
| *аbС* |  | 42 |
| *abc* |   |  4  |
|  | 500 | 500 |

Визначте генотипи батьків. Визначте розташування генів в хромосомі та розрахуйте відстань між ними.