**Приклади розв’язання типових задач на взаємодію генів**

**Задача 1.**

При схрещуванні гарбузів з білими плодами у першому поколінні було отримано:

67 рослин з білими плодами

19 рослин з жовтими плодами

6 рослин з зеленими плодами.

Поясніть результати, визначте генотипи вихідних рослин. Що буде якщо схрестити вихідні рослини з рослинами з зеленими плодами з F1?

**Розв’язок:**

Оскільки у першому поколінні відбувається розщеплення вихідні рослини гетерозиготні. Розщеплення отриманих нащадків не відповідає 1:2:1, тож це не моногібридне схрещування. Для визначення розщеплення спочатку розрахуємо загальну кількість нащадків: 67+19+6=92. Розрахуємо 1/16 для дигібридного схрещування: 92/16=5,75. Розщеплення у нашому випадку складає:

67/5,75=11,6 з білими плодами ≈ 12

19/5,75=3,3 з жовтими плодами ≈ 3

6/5,75=1,04 з зеленими плодами ≈ 1

Таким чином ми отримали розщеплення 12:3:1, що вказує на успадкування забарвлення плоду за принципом домінантного епістазу:

Ген *А* блокує будь-яке забарвлення – за його наявності усі плоди білого кольору, алель *а* дозволяє наявність забарвлення яке в свою чергу залежить від іншого гену *В*. Домінантна алель *В* обумовлює жовте забарвлення, рецесивна алель *b* – зелене забарвлення.

Вихідні рослини мали білі плоди, тож обидва мають алель *А*. Поява жовтих та зелених плодів вказує на гетерозиготність вихідних форм за геном *А*. Оскільки виникли і жовті, і зелені плоди за геном *В* батьківські форми також гетерозиготні. Тобто генотип вихідних рослин *AaBb.* Гени *А* та *В* успадковуються незалежно один від одного.

Схрещування вихідних рослин *AaBb* з рослинами з зеленими плодами які мають генотип *aabb* є аналізуючим. При цьому утворюються 4 генотипових класів у співвідношенні 1 AaBb:1 Aabb:1 aaBb:1 aabb. Особини з генотипами AaBb та Aabb матимуть білі плоди, тож розщеплення за фенотипами буде 2 білі: 1 жовті: 1 зелені.

**Запис розв’язку у зошитах:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Дано:** | **Розв’язання:** |
| А – блокування забарвлення | Р ♀ *AaBb* × ♂ *AaBb* |
| а – забарвлення проявляється | G *AB* *AB*  *Ab* *Ab*  *aB* *aB*  *ab* *ab* |
| В – жовте забарвлення | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | *Гамети* | *AB* | *Ab* | *aB* | *ab* | | *AB* | *AABB білі* | *AABb білі* | *AaBB білі* | *AaBb білі* | | *Ab* | *AABb білі* | *AAbb білі* | *AaBb білі* | *Aabb білі* | | *aB* | *AaBB білі* | *AaBb білі* | *aaBB жовті* | *aaBb жовті* | | *ab* | *AaBb білі* | *Aabb білі* | *aaBb жовті* | *aabb зелені* | |
| b – зелене забарвлення | 67+19+6=92, 92/16=5,75  67/5,75=11,6 з білими плодами ≈ 12  19/5,75=3,3 з жовтими плодами ≈ 3  6/5,75=1,04 з зеленими плодами ≈ 1  12:3:1 – домінантний епістаз |
| Р біле × біле | Р ♀ *AaBb* × ♂ *aabb* |
| F1 67 біле | G *AB* *ab*  *Ab*  *aB*  *ab* |
| 19 жовте | F1 *AaBb* білі  *Aabb* білі  *aaBb* жовті  *aabb* зелені  Розщеплення за генотипом 1 AaBb:1 Aabb:1 aaBb:1 aabb.  Розщеплення за фенотипом 2 білі: 1 жовті: 1 зелені |
| 6 зелене |
| Характер успадкування? |
| Генотипи вихідних рослин? |
| Р вихідна × зелена ? |
|  |

**Задача 2.**

Схрестили дві рослини духмяного горошку з білими пазушними та білими верхівковими квітами. У першому поколінні усі рослини виявилися з пурпуровими пазушними квітками, а у другому покоління відбулося розщеплення: 415 з пурпуровими пазушними, 140 з пурпуровими верхівковими, 350 з білими пазушними, 95 з білими верхівковими. Разом 1000 нащадків. Як успадковуються ці ознаки? Яку рослину слід використати для аналізуючого схрещування? Які будуть результати цього схрещування?

**Розв’язок:**

Проаналізуємо успадкування кожної ознаки окремо.

Успадкування забарвлення квітів. Оскільки усі нащадки у першому поколінні однакові то батьки скоріш за все гомозиготи. Порахуємо кількість нащадків у другому поколінні за забарвленням:

415+140=555 пурпорових

350+95=445 білих

Розрахуємо ¼ від загальної кількості нащадків: 1000/4=250.

555/250=2,22

445/250=1,78.

Але в першому поколінні усі нащадки були однаковими, тож таке розщеплення у другому поколінні вказує на те що ознака успадковується не моногенно. Знайдемо 1/16 від загальної кількості нащадків. 1000/16=62,5

555/62,5=8,88 ≈ 9

445/62,5=7,28 ≈ 7.

Розщеплення 9:7 вказує на компліментарну взаємодію двох генів *А* та *В* які окремо не обумовлюють прояв забарвлення. Генотипи вихідних рослин тому будуть *AAbb* та *aaBB* (вони обидва білого кольору). Генотип гібридів першого покоління *AaBb*.

Успадкування розташування квіток. Перше покоління гібридів однакове, тож і за цією ознакою батьки гомозиготні. Оскільки ми маємо два класи нащадків у другому поколінні, а в першому домінує пазушне розташування то припускаємо моногенне успадкування ознаки. Розрахуємо кількість нащадків за кожним класом:

415+350=765 пазушних

140+95=235 верхівкових

765/250=3,06 ≈ 3

235/250=0,94 ≈ 1

Розщеплення 3:1 вказує на успадкування ознаки за принципом повного домінування. Тож алель *С* відповідає за пазушне розташування квітки, генотип *сс* – верхівкове. Таким чином генотипи вихідних рослин: *СС* та *сс*.

Повний генотип батьків за двома ознаками може бути таким:

*AAbbCC* та *aaBBcc* або *AAbbcc* та *aaBBCC*.

Для аналізуючого схрещування слід використати білу рослину з верхівковими квітками та генотипом *aabbcc*. Результати такого схрещування будуть залежати від другої батьківської форми (нижче наведено кілька прикладів таких розщеплень, **не всі можливі варіанти!**):

1. Р ♀ *AABBCC* × ♂ *aabbcc*

F1 *AaBbCc* – 100% пурпорові пазушні

1. P ♀ *AABBCc* × ♂ *aabbcc*

F1 *AaBbCc* – 50% пурпурові пазушні

*AaBbcc* – 50% пурпурові верхівкові

1. P ♀ *AABbCC* × ♂ *aabbcc*

F1 *AaBbCc* – 50% пурпурові пазушні

*AabbCc* – 50% білі пазушні

1. P ♀ *AaBBCC* × ♂ *aabbcc*

F1 *AaBbCc* – 50% пурпурові пазушні

*aaBbCc* – 50% білі пазушні

1. P ♀ *AABBcc* × ♂ aabbcc

F1 *AaBbcc* – 100% пурпурові верхівкові

1. P ♀ *AABbcc* × ♂ *aabbcc*

F1 *AaBbcc* – 50% пуропорові верхівкові

*Aabbcc* – 50% білі верхівкові

1. P ♀ *AaBBcc* × ♂ *aabbcc*

F1 *AaBbcc* – 50% пуропорові верхівкові

*aaBbcc* – 50% білі верхівкові

1. P ♀ *AaBbCc* × ♂ *aabbcc*

F1

|  |  |
| --- | --- |
| *Гамети* | *Abc* |
| *ABC* | *AaBbCc пурпурові пазушні* |
| *ABc* | *AaBbcc пурпурові верхівкові* |
| *AbC* | *AabbCc білі пазушні* |
| *Abc* | *Aabbcc білі верхівкові* |
| *aBC* | *aaBbCc білі пазушні* |
| *aBc* | *aaBbcc білі верхівкові* |
| *abC* | *aabbCc білі пазушні* |
| *abc* | *aabbcc білі верхівкові* |

**Відповідь:**

Таким чином, ознаки успадковуються незалежно одна від одної. Ознака розташування квіток успадковується за принципом повного домінування та контролюється одним геном. Ознака забарвлення квітки успадковується за принципом компліментарної взаємодії двох генів які також успадковуються незалежно один від одного. Повний генотип батьків за двома ознаками може бути таким: *AAbbCC* та *aaBBcc* або *AAbbcc* та *aaBBCC*. Для аналізуючого схрещування слід використати білу рослину з верхівковими квітками та генотипом *aabbcc*.

**Задача 3.**

Схрестили курочку з горохоподібним гребенем з півнем з трояндоподібним гребенем У першому поколінні усі курчата мали горіхоподібний гребінь. При схрещуванні курочок та півнів, що мали горіхоподібний гребінь, отримали 279 курчат з горіхоподібним гребенем, 115 з горохоподібним, 106 з трояндоподібним та 35 з простим. Поясніть отримані результати, визначте генотипи батьківських форм. Яка частина нащадків з трояндоподібним гребенем гомозиготна?

**Розв’язок:**

Оскільки в першому поколінні усі нащадки виявилися однаковими, то ми припускаємо, що батьківські форми – гомозиготи. Наявність 4 фенотипових класів у другому поколінні свідчить про дигібридне схрещування. Вираховуємо загальну кількість нащадків:

279+115+106+35=535.

Знаходимо 1/16 – 535/16=33,4.

Розраховуємо модель розщеплення:

279/33,4=8,35 горіхоподібний гребінь ≈ 9 *A-B-*

115/33,4=3,4 горохоподібний гребінь ≈ 3 *A-bb*

106/33,4=3,1 трояндоподібний гребінь ≈ 3 *aaB-*

35/33,4=1,04 простий гребінь ≈ 1 *aabb*

Розщеплення 9:3:3:1 вказує на успадкування ознаки форми гребеня у курей за принципом комплементарної взаємодії генів коли кожен з генів А та В у домінантному стані обумовлює свій фенотиповий прояв, разом вони утворюють ще один фенотиповий прояв та особини гомозиготи за рецесивом також відрізняються від інших форм.

Таким чином генотипи батьківських форм Р ♀ *AAbb* × ♂ *aaBB*. Гібриди першого покоління мають генотип *AaBb*.

У другому поколінні 3/16 курчат мають трояндоподібний гребінь, але тільки одна третина з них з генотипом *aaBB* будуть гомозиготні. Тобто загалом з усіх нащадків 1/16 частина буде гомозиготною та мати трояндоподібний гребінь (у таблиці виділено червоним кольором). Так само і для горохоподібного гребеня 1/16 курчат будуть гомозиготами за цією ознакою (у таблиці виділено сірим кольором).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *Гамети* | *AB* | *Ab* | *aB* | *ab* |
| *AB* | *AABB горіх.* | *AABb горіх.* | *AaBB горіх.* | *AaBb горіх.* |
| *Ab* | *AABb горіх.* | *AAbb горох.* | *AaBb горіх.* | *Aabb горох.* |
| *aB* | *AaBB горіх.* | *AaBb горіх.* | *aaBB троян.* | *aaBb троян.* |
| *ab* | *AaBb горіх.* | *Aabb горох.* | *aaBb троян.* | *aabb прост.* |

**Задача 4.**

У льону форма пелюсток успадковується за принципом епістатичної взаємодії генів. Ген А обумовлює гофровану форму пелюсток, його рецесивна алель гладеньку. Ген І подавляє дію гену А, а алель і не впливає на форму пелюсток. Яка ймовірність отримання рослин з гофрованими пелюстками від схрещування рослин одна з яких гетерозиготна та має гофровані пелюстки, а інша дігетерозиготна?

**Розв’язок:**

По-перше потрібно встановити генотипи батьків. За умовами задачі один з батьків гетерозиготний та має гофровані пелюстки. Тобто ген А який обумовлює форму пелюстки не блоковано, а тому ця рослина гомозиготна за геном і – іі. Інша батьківська рослина дігетерозиготна, і, тому за фенотипом повинна мати гладенькі пелюстки. Тож генотипи наших батьків ♀ Ааіі та ♂ АаІі.

Запишемо схрещування:

Р ♀ Ааіі × ♂ АаІі

G Аі АІ

аі Аі

аІ

аі

F1 :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Гамети | АІ | Аі | аІ | аі |
| Аі | ААІі гладенькі | ААіі гофровані | АаІі гладенькі | Ааіі гофровані |
| аі | АаІі гладенькі | Ааіі гофровані | ааІі гладенькі | ааіі гладенькі |

Розщеплення 5:3 (гладенькі:гофровані). Всього можливих класів – 8. З них 3/8 будуть мати гофровані пелюстки (в таблиці виділено блакитним).

Тож відповідь: ймовірність отримання нащадків з гофрованими пелюстками 3/8.

**Задача 5.**

У пшениці щільність колосу визначається кількістю колосків на 10 см довжини колосу. Розрізняють наступні типи колосу: пухкий (менш ніж 17 колосків), середньої щільності (17-20), вище середньої (20-23), щільні (23-26) та дуже щільні (більш ніж 26 колосків). Припустимо, що щільність визначається двома парами полімерних неалельних генів що мають кумулятивний ефект: чим менша кількість домінантних генів тим більша щільність колосу. Схрестили два сорти пшениці що мають середню та вище середньої щільність та генотипи А1А2а1а2 та А1а1А2А2. Яка максимальна можлива щільність колосу гібридів першого покоління?

**Розв’язок:**

Запишемо проведене схрещування:

Р ♀ А1А2а1а2 × ♂ А1а1А2А2

G А1А2 А1А2

А1а2  а1А2

а1А2

а1а2

F1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Гамети | А1А2 | а1А2 |
| А1А2 | А1А1А2А2 пухкий | А1а1А2А2 середня щільність |
| А1а2 | А1А1А2а середня щільність | А1а1А2а2 вище середньої |
| а1А2 | А1а1А2А2 середня щільність | а1а1А2А2 вище середньої |
| а1а2 | А1а1А2а2 вище середньої | а1а1 А2а2 щільний |

Відповідь: максимальна можлива щільність колосу гібридів першого поколінні від такого схрещування – щільний колос – одна домінантна алель (в таблиці виділено жовтим) з вірогідністю утворення 1/8.