










ЗАДАЧА №2

При скрещивании растений львиного зева с красными пилорическими (правильными) цветками  с растениями, имеющими желтые зигоморфные (неправильные) цветки , в первом поколении все растения имели розовые зигоморфные цветки , а во втором наблюдалось расщепление:

39  с красными зигоморфными,
 94  с розовыми зигоморфными,
 45  с желтыми зигоморфными,
 15  с красными пилорическими,
 28  с розовыми пилорическими,
 13  с желтыми пилорическими.

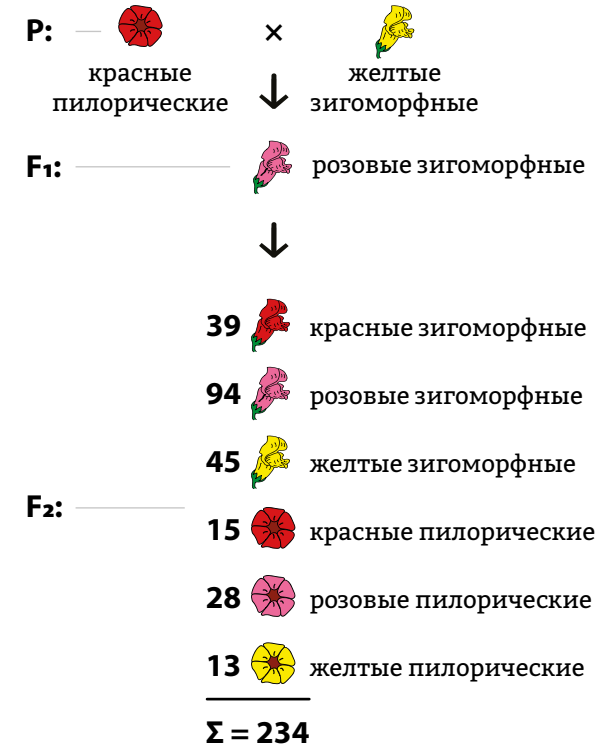
Как наследуются признаки? Определите генотипы исходных растений.

ПЛАН РЕШЕНИЯ

1. Записать общую схему скрещивания.
2. Выделить отдельные признаки, рассматриваемые в задаче.
3. Проанализировать тип наследования каждого из этих признаков по отдельности. Для каждого из признаков:
 - 1) записать схему скрещивания для анализируемого признака;
 - 2) предположить генотипы родительских особей;
 - 3) Предположить количество генов, задействованных в формировании данного признака;
 - 4) Предположить соотношение фенотипических классов, выдвинуть гипотезу о расщеплении (H_0);
 - 5) Проверить гипотезу с помощью метода χ^2 (хи-квадрат);
 - 6) Сделать вывод о характере наследования;
 - 7) Переписать схему скрещивания для данного признака в генотипах, обозначить гаметы. Нарисовать решетку Пеннета.
4. Проверить, являются ли эти гены сцепленными или нет (они находятся в одной хромосоме или в разных):
 - 1) предположить сцепленность или несцепленность генов, выдвинуть гипотезу о расщеплении по обоим признакам;
 - 2) проверить гипотезу с помощью метода χ^2 (хи-квадрат).
5. Переписать общую схему скрещивания в генотипах, обозначить гаметы. Нарисовать решетку Пеннета.

РЕШЕНИЕ

1. Запишем общую схему скрещивания, посчитаем количество особей.

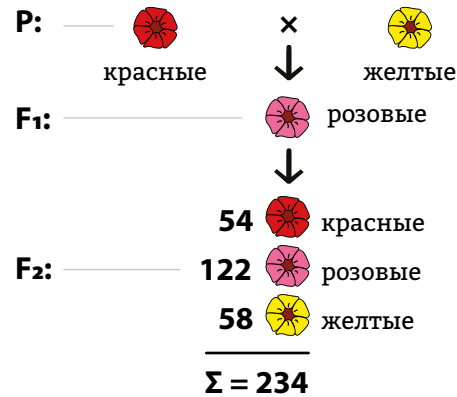


2. Мы видим два признака: окраска цветков и их форма.

ВАЖНО: Нельзя анализировать тип наследования сразу нескольких признаков!

3. Рассмотрим наследование **по окраске**:

1) Запишем схему скрещивания по признаку окраски, без учета формы цветка. Посчитаем количество особей.



- 2) В F₁ наблюдается единообразие ⇒ **родительские формы гомозиготны.**
- 3) В F₂ наблюдаются 2 фенотипических класса ⇒ **предположим моногенное отличие родительских форм.**
- 4) Т.к. мы предположили моногенное отличие родительских форм, максимальное число вариантов сочетаний гамет — 4.

Посчитаем количество особей, приходящихся на каждую такую комбинацию:
234 : 4 = 58,5.

Посчитаем количество генотипических классов, приходящихся на каждый из фенотипических:

54 : 58,5 = 0,92 ≈ 1
 122 : 58,5 = 2,09 ≈ 2
 58 : 58,5 = 0,99 ≈ 1

H₀ = 1 : 2 : 1

5) Рассчитаем значение χ^2 .

Фенотип	H	O	$\frac{(H-O)^2}{O}$	χ^2
	54	58,500	0,346	0,564
	122	117,000	0,214	
	58	58,500	0,004	

H – наблюдаемое количество особей
 O – ожидаемое количество особей

$$\chi^2 = \frac{(H_{\text{крас}} - O_{\text{крас}})^2}{O_{\text{крас}}} + \frac{(H_{\text{роз}} - O_{\text{роз}})^2}{O_{\text{роз}}} + \frac{(H_{\text{желт}} - O_{\text{желт}})^2}{O_{\text{желт}}}$$

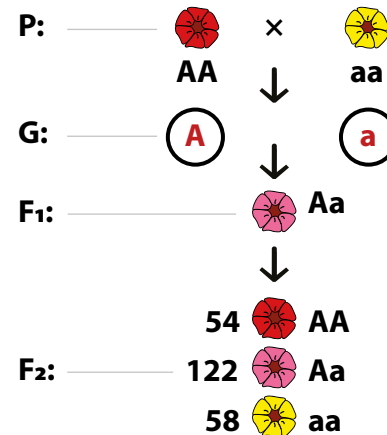
Число степеней свободы	1	2	3	4	5	6	7
$\chi^2_{\text{кр}}$	3,841	5,991	7,815	9,488	11,007	12,592	14,067

Число степеней свободы = 2

$\chi^2_{\text{кр}} = 5,991$

Так как $\chi^2 < \chi^2_{\text{кр}}$, то гипотеза H₀ не отвергается.

- 6) Расщепление 1 : 2 : 1 ⇒ данный признак наследуется по типу неполного доминирования.
- 7) Запишем схему скрещивания в генотипах, зарисуем решетку Пеннета:



	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

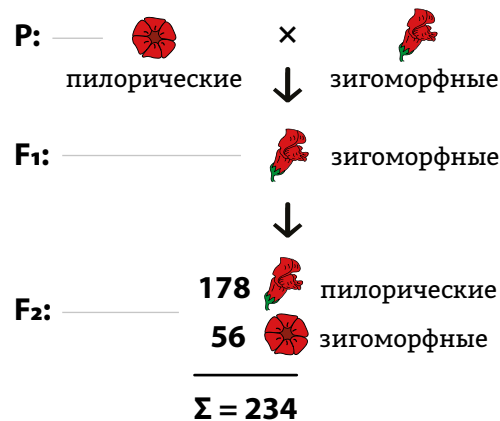
Вывод №1

Окраска наследуется по типу **неполного доминирования.**

- AA красная
 Aa розовая
 aa желтая

3. Рассмотрим наследование **по форме цветка**:

1) Запишем схему скрещивания по признаку формы цветка, без учета его окраски. Посчитаем количество особей.



2) В F₁ наблюдается единообразие => **родительские формы гомозиготны.**

3) В F₂ наблюдаются 2 фенотипических класса => **предположим моногенное отличие родительских форм.**

4) Т.к. мы предположили моногенное отличие родительских форм, максимальное число вариантов сочетаний гамет — 4.

Посчитаем количество особей, приходящихся на каждую такую комбинацию: **234 : 4 = 58,5.**



Посчитаем количество генотипических классов, приходящихся на каждый из фенотипических:

$$\text{piloric} \quad 178 : 58,5 = 3,04 \approx 3$$

$$\text{zygomorphic} \quad 56 : 58,5 = 0,96 \approx 1$$

$$H_0 = 3 : 1$$

5) Рассчитаем значение χ^2 .

Фенотип	H	O	$\frac{(H - O)^2}{O}$	χ^2
	178	175,500	0,036	0,143
	56	85,000	0,107	

H – наблюдаемое количество особей
 O – ожидаемое количество особей

$$\chi^2 = \frac{(H_{\text{зиг}} - O_{\text{зиг}})^2}{O_{\text{зиг}}} + \frac{(H_{\text{пил}} - O_{\text{пил}})^2}{O_{\text{пил}}}$$

Число степеней свободы	1	2	3	4	5	6	7
$\chi^2_{\text{кр}}$	3,8415	5,991	7,815	9,488	11,007	12,592	14,067

Число степеней свободы = 1

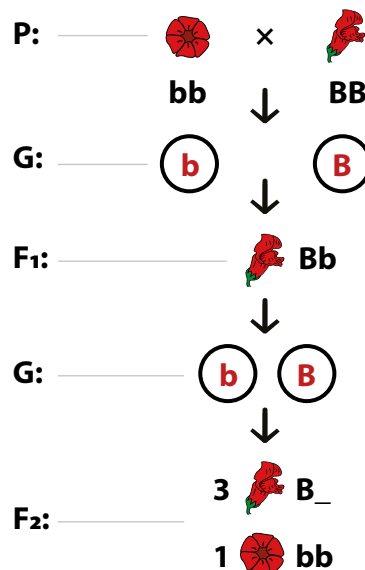
$$\chi^2_{\text{кр}} = 3,8415$$





Так как $\chi^2 < \chi^2_{\text{кр}}$, то гипотеза H_0 не отвергается.

6) Расщепление 3 : 1 => данный признак наследуется по типу полного доминирования.

Гетерозигота зигоморфная, и в F₂ преобладают зигоморфные цветки => доминантный аллель — зигоморфный.


7) Запишем схему скрещивания в генотипах, зарисуем решетку Пеннета:




	B	b
B	 BB	 Bb
b	 Bb	 bb

Вывод №2

Форма наследуется по типу **полного доминирования.**

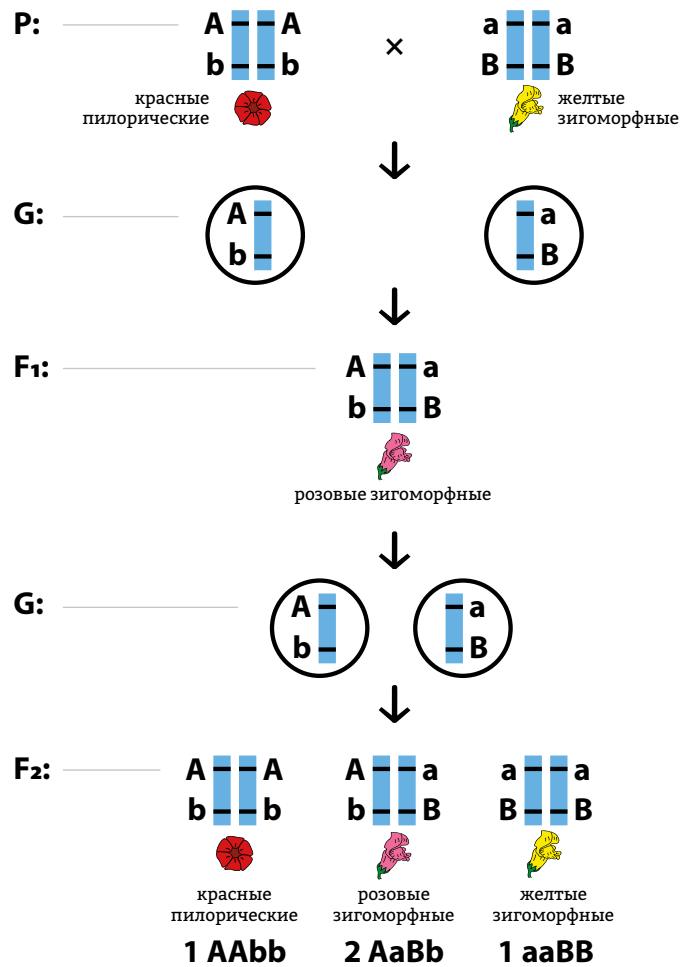
B_  зигоморфная

bb  пилорическая

4. Проверим наличие сцепления.

1) Предположим, что гены, определяющие окраску и форму цветка находятся в одной хромосоме, то есть сцеплены.

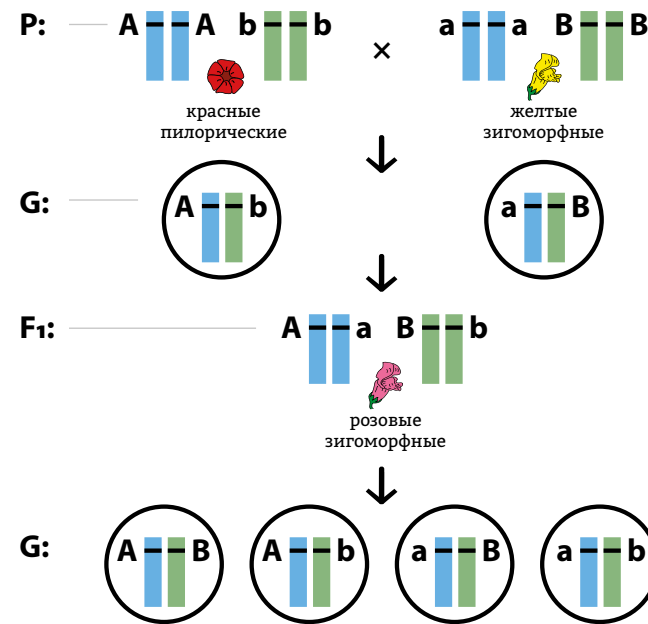
Случай 1. Гены находятся **в одной** хромосоме (наследуются сцепленно).



Если гены находятся **в одной** хромосоме (при полном сцеплении) новых комбинаций признаков в **F2** не появляется.

Теперь предположим, что гены, определяющие окраску и форму цветка находятся в разных хромосомах.

Случай 2. Гены находятся **в разных** хромосомах (наследуются независимо).



F2:				
	AABB	AABb	AaBB	AaBb
	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Если гены находятся в **разных** хромосомах (не сцеплены), то будут возникать новые комбинации.

В нашем случае в F_2 возникают новые комбинации \Rightarrow предполагаем, что гены находятся в разных хромосомах.

$$(1/4 + 2/4 + 1/4) \times (3/4 + 1/4) = 3/16 + 6/16 + 3/16 + 1/16 + 2/16 + 1/16$$

$$H_0 = 3 : 6 : 3 : 1 : 2 : 1$$

2) Расчитаем значение χ^2 .

Фенотип	H	O	$\frac{(H - O)^2}{O}$	χ^2
	39	43,875	0,542	1,259
	94	87,750	0,445	
	45	43,875	0,029	
	15	14,625	0,009	
	28	29,250	0,053	
	13	14,625	0,181	

H – наблюдаемое количество особей

O – ожидаемое количество особей

Число степеней свободы = 5

$$\chi_{кр}^2 = 11,007$$

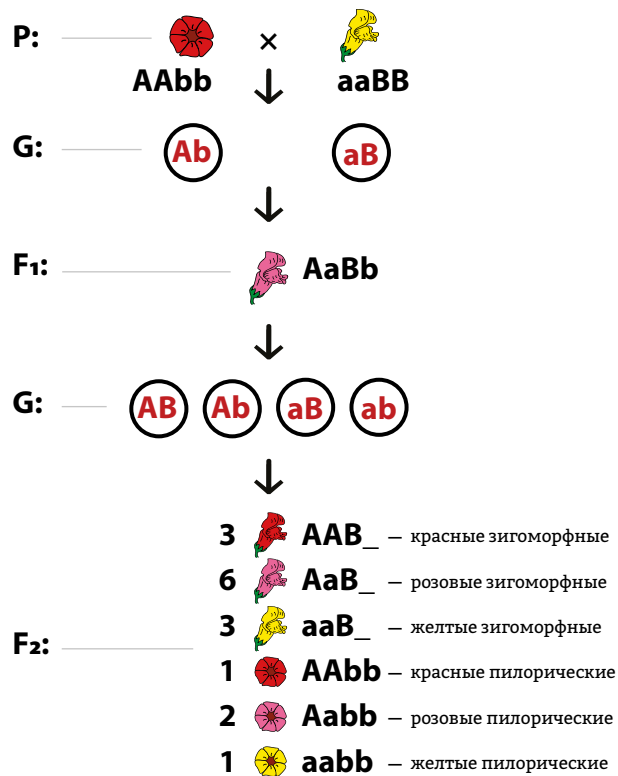
Число степеней свободы	1	2	3	4	5	6	7
$\chi_{кр}^2$	3,841	5,991	7,815	9,488	11,007	12,592	14,067

















Так как $\chi^2 < \chi_{кр}^2$, то гипотеза H_0 не отвергается.

Вывод №3

Данные гены наследуются **независимо**.

5. Запишем схему скрещивания



	$A \overline{\overline{B}}$	$A \overline{\overline{b}}$	$a \overline{\overline{B}}$	$a \overline{\overline{b}}$
$A \overline{\overline{B}}$	 $AABB$	 $AABb$	 $AaBB$	 $AaBb$
$A \overline{\overline{b}}$	 $AABb$	 $AAbb$	 $AaBb$	 $Aabb$
$a \overline{\overline{B}}$	 $AaBB$	 $AaBb$	 $aaBB$	 $aaBb$
$a \overline{\overline{b}}$	 $AaBb$	 $Aabb$	 $aaBb$	 $aabb$

Выводы

Окраска наследуется по типу неполного доминирования:

AA — красная,

Aa — розовая,

aa — желтая.

Форма наследуется по типу полного доминирования:

B_{-} — зигоморфная,

bb — пилорическая.

Данные гены наследуются независимо, т.е. находятся в разных хромосомах.