

## **Оглавление**

---

Введение . . . . .	4
Часть I. Алгоритм решения задачи по генетике . . . . .	5
Часть II. Задачи для самостоятельной работы . . . . .	28
Ответы . . . . .	66

# Часть I



## АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПО ГЕНЕТИКЕ

---

1. Внимательно читаем условие задачи.

2. Записываем его, выделяя доминантные и рецессивные признаки и используя принятую генетическую символику и сокращения (**фенотипы записывать обязательно!**). Вначале записываем, что дано (признаки родительских форм), а затем то, что требуется определить (признаки потомков).

- Родительские организмы обозначаем латинской буквой **P**, на первом месте ставим (так принято) женский пол — ♀ (зеркало Венеры), на втором — мужской ♂ (щит и копьё Марса).

- Потомство от скрещивания (гибриды) обозначаем буквой **F**, цифрой в индексе обозначаем порядок поколения, например:  $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ .

- Доминантный признак обозначаем произвольно (если в условии задачи не даётся определённое обозначение признака) любой прописной буквой латинского алфавита, а рецессивный признак (аллельный) — той же строчной буквой, например: A — a, B — b, C — c, D — d, L — l и т. д.

3. Вносим в условие известные гены: если проявляется доминантный признак — один ген (**A<sub>\_</sub>**), а если рецессивный — оба (**aa**). Выясняем, сколько пар генов кодируют перечисленные в задаче признаки, число фенотипических классов в потомстве и их количественное соотношение. Кроме этого, учитываем, связано ли наследование признака(-ов) с половыми хромосомами, сцепленное оно или независимое, а также какие гены взаимодействуют при наследовании — аллельные или неаллельные.

4. Уточняем генотипы родительских форм и потомков и приступаем к решению задачи, соблюдая определённую последовательность. Сначала составляем цитологическую схему скрещивания родительских форм (**обязательно указываем фенотипы!**).

## 1. Записываем условие задачи (переводим его на язык генетики).

Признак, фенотип	Ген, генотип
Коричневая окраска семян	A
Белая окраска семян	a
Гладкая форма семян	B
Морщинистая форма семян	b
P: ♀ коричневые гладкие семена ♂ белые морщинистые семена	A_B_ aabb
F <sub>1</sub> : коричневые гладкие семена (400 растений) белые морщинистые семена (398 растений)	? ?

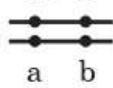
При записи условия для обозначения генов используем буквы, данные в условии задачи.

**2. Составляем схему скрещивания.** Обязательно записываем фенотипы родителей, строго под ними пишем генотипы, а затем — гаметы.

P: ♀ коричневые гладкие семена × ♂ белые морщинистые семена

AaBb

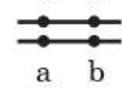
A B



a b

aabb

a b

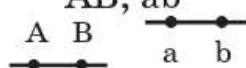


a b

G:

AB, ab

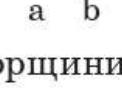
A B



a b

ab

a b

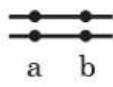


a b

F<sub>1</sub>: коричневые гладкие семена

AaBb

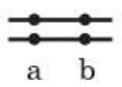
A B



a b

aabb

a b



a b

: белые морщинистые семена

В данном случае решётка Пеннетта не нужна.

**3. Объясняем решение задачи.** Дигибридное скрещивание (рассматривается наследование двух пар признаков — окраска семян и их форма), гены сцеплены (находятся в одной хромосоме). Так как по условию задачи гены находятся в одной хромосоме и сцеплены, а при скрещивании появилось потомство в соотношении 1 : 1 (400 : 398) с признаками, характерными для родительских форм, то один из родителей был дигетерозиготен, а другой — дигомозиготен по двум парам признаков. Гены сцеплены, следовательно, между ними процесс кроссинговера не происходит (поэтому у родительской формы с генотипом AaBb образуется два типа гамет, а не четыре).

**4. Записываем ответ.** Ответ:

- 1) генотипы родителей: ♀ (коричневые гладкие семена) — AaBb (гаметы AB, ab), ♂ (белые морщинистые семена) — aabb (гаметы ab);
- 2) фенотипы потомков — коричневые гладкие семена (400 растений), белые морщинистые семена (398 растений); генотипы потомков — AaBb (коричневые гладкие семена) : aabb (белые морщинистые семена);
- 3) проявляет действие закон сцепленного наследования признаков (закон Т. Моргана).

**Пример 4.** У кошек и котов ген чёрной окраски шерсти (A) и рыжей окраски шерсти (B) локализованы в X-хромосоме и при сочетании дают неполное доминирование — черепаховую окраску шерсти (AB). От чёрной кошки родились один черепаховый и два чёрных котёнка. Определите генотип кошки, фенотип и генотип кота, а также пол черепахового и чёрных котят. Составьте схему решения задачи. Обоснуйте результаты скрещивания.

**1. Записываем условие задачи (переводим его на язык генетики).**

Признак, фенотип	Ген, генотип
Чёрная окраска шерсти	X <sup>A</sup>
Рыжая окраска шерсти	X <sup>B</sup>
Черепаховая окраска шерсти	X <sup>A</sup> X <sup>B</sup>
P: ♀ чёрная	X <sup>?X?</sup>
♂ ?	X <sup>?Y</sup>
F <sub>1</sub> : 1 черепаховый	?
2 чёрных	?

При записи условия используем для обозначения генов буквы, данные в условии задачи.

**2. Составляем схему скрещивания.** Обязательно записываем фенотипы родителей, строго под ними пишем генотипы, а затем — гаметы.

$$\begin{array}{ccc}
 P: & \text{♀ чёрная} & \times & \text{♂ рыжий} \\
 & X^AX^A & & X^BY \\
 G: & X^A & & X^B, Y
 \end{array}$$

$$F_1: \text{1 черепаховый} : \text{2 чёрных} \\
 \text{♀ } X^AX^B \quad \text{♂ } X^AY$$

В данном случае решётка Пеннетта не нужна.

**3. Объясняем решение задачи.** Признаки наследуются сцепленно с полом. У кошек пол определяется так же, как и у человека, то есть самка

гомогаметная, а самец гетерогаметный. Генотип чёрной кошки —  $X^A X^A$ . Среди котят один имеет черепаховую окраску шерсти, а это возможно только при сочетании двух генов в генотипе: гена чёрной окраски ( $X^A$ ) и гена рыжей окраски ( $X^B$ ), следовательно, черепаховый котёнок — кошка с генотипом  $X^A X^B$ . Так как в потомстве появился котёнок с черепаховой окраской, то кот имел рыжую окраску, его генотип —  $X^B Y$ . Чёрные котята — это котики с генотипом  $X^A Y$ .

#### 4. Записываем ответ. Ответ:

- 1) генотип кошки: ♀ (чёрная) —  $X^A X^A$  (гаметы  $X^A$ );
- 2) генотип и фенотип кота: ♂ (рыжий) —  $X^B Y$  (гаметы  $X^B$ ,  $Y$ );
- 3) фенотипы, генотипы и пол котят: ♀  $X^A X^B$  — черепаховая кошка, ♂  $X^A Y$  — чёрные коты.

**Пример 5.** Группа крови и резус-фактор — аутосомные, несцепленные признаки. Группа крови контролируется тремя аллелями одного гена —  $I^0$ ,  $I^A$ ,  $I^B$ . Аллели  $I^A$  и  $I^B$  доминируют над аллелем  $I^0$ . Первую группу (0) определяют рецессивные гены  $I^0$ , вторую группу (A) определяет доминантный аллель  $I^A$ , третью группу (B) — доминантный аллель  $I^B$ , а четвёртую (AB) — оба аллеля  $I^A I^B$ . Положительный резус-фактор (R) доминирует над отрицательным (r). Женщина со второй резус-положительной кровью, имеющая сына с первой резус-отрицательной кровью, подала заявление в суд на мужчину с третьей резус-положительной кровью для установления отцовства. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей и ребёнка. Может ли этот мужчина быть отцом ребёнка? Объясните механизм (характер) наследования признаков «группа крови» и «резус-фактор».

#### 1. Записываем условие задачи (переводим его на язык генетики).

Признак, фенотип	Ген, генотип
I (0) группа крови	$I^0$
II (A) группа крови	$I^A$
III (B) группа крови	$I^B$
IV (AB) группа крови	$I^A I^B$
Положительный резус-фактор	R
Отрицательный резус-фактор	r
P: ♀ II (A) полож. (+)	?
♂ III (B) полож. (+)	?
$F_1$ : I группа крови, отрицательный резус	?
Установить отцовство	?
Механизм наследования признаков	?

При записи условия используем для обозначения генов буквы, данные в условии задачи.

**2. Составляем схему скрещивания.** Обязательно записываем фенотипы родителей, строго под ними пишем генотипы, а затем — гаметы.

$$\text{P: } \begin{array}{c} \text{♀ II (A) полож. (+)} \\ \text{I}^A\text{I}^0\text{Rr} \end{array} \times \begin{array}{c} \text{♂ III (B) полож. (+)} \\ \text{I}^B\text{I}^0\text{Rr} \end{array}$$

$$\text{G: } \begin{array}{c} \text{I}^A\text{R}, \text{I}^A\text{r}, \text{I}^0\text{R}, \text{I}^0\text{r} \\ \text{I}^B\text{R}, \text{I}^B\text{r}, \text{I}^0\text{R}, \text{I}^0\text{r} \end{array}$$

### 3. Заполняем решётку Пеннета.

$\text{F}_1:$	$\text{♂} \setminus \text{♀}$	$\text{I}^A\text{R}$	$\text{I}^A\text{r}$	$\text{I}^0\text{R}$	$\text{I}^0\text{r}$
$\text{I}^B\text{R}$	$\text{I}^A\text{I}^B\text{RR}$ IV (AB) полож. (+)	$\text{I}^A\text{I}^B\text{Rr}$ IV (AB) полож. (+)	$\text{I}^B\text{I}^0\text{RR}$ III (B) полож. (+)	$\text{I}^B\text{I}^0\text{Rr}$ III (B) полож. (+)	
$\text{I}^B\text{r}$	$\text{I}^A\text{I}^B\text{Rr}$ IV (AB) полож. (+)	$\text{I}^A\text{I}^B\text{rr}$ IV (AB) отр. (-)	$\text{I}^B\text{I}^0\text{Rr}$ III (B) полож. (+)	$\text{I}^B\text{I}^0\text{rr}$ III (B) отр. (-)	
$\text{I}^0\text{R}$	$\text{I}^A\text{I}^0\text{RR}$ II (A) полож. (+)	$\text{I}^A\text{I}^0\text{Rr}$ II (A) полож. (+)	$\text{I}^0\text{I}^0\text{RR}$ I (0) полож. (+)	$\text{I}^0\text{I}^0\text{Rr}$ I (0) полож. (+)	
$\text{I}^0\text{r}$	$\text{I}^A\text{I}^0\text{Rr}$ II (A) полож. (+)	$\text{I}^A\text{I}^0\text{rr}$ II (A) отр. (-)	$\text{I}^0\text{I}^0\text{Rr}$ I (0) полож. (+)	$\text{I}^0\text{I}^0\text{rr}$ I (0) отр. (-)	

**4. Объясняем решение задачи.** Дигибридное скрещивание (рассматривается наследование двух пар признаков — группа крови и резус-фактор), гены находятся в разных хромосомах. Сын этой женщины имеет I(0) группу крови, отрицательный резус, его генотип  $\text{I}^0\text{I}^0\text{rr}$ . Это возможно, если родители гетерозиготны по обеим парам признаков и имеют следующие генотипы: ♀  $\text{I}^A\text{I}^0\text{Rr}$  (II (A) полож. (+)), ♂  $\text{I}^B\text{I}^0\text{Rr}$  (III (B) полож. (+)). Мужчину могут признать отцом этого ребёнка только в том случае, если женщина и мужчина гетерозиготны по обеим парам признаков. Группа крови по системе AB0 наследуется по принципу кодоминирования, а резус-фактор — полного доминирования.

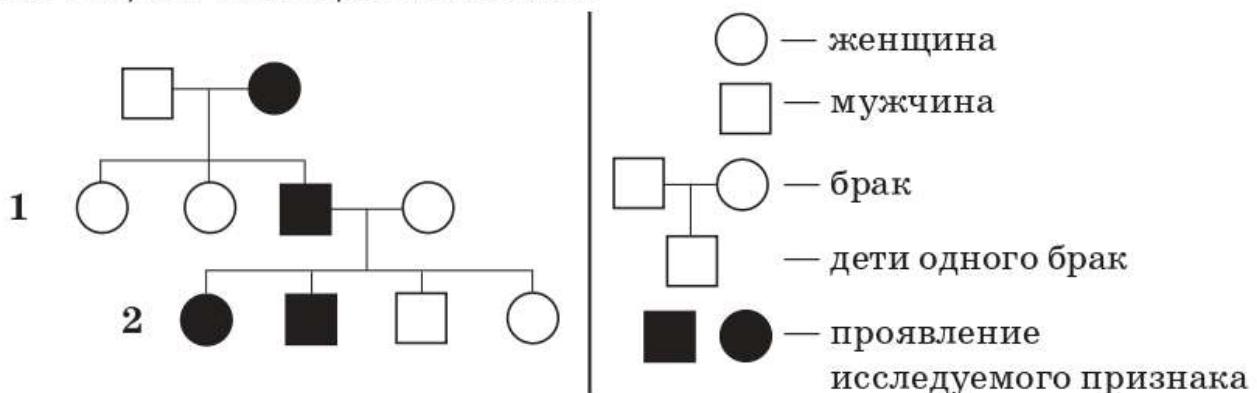
### 5. Записываем ответ. Ответ:

1) генотипы родителей: ♀ II (A) полож. (+) —  $\text{I}^A\text{I}^0\text{Rr}$  (гаметы  $\text{I}^A\text{R}$ ,  $\text{I}^A\text{r}$ ,  $\text{I}^0\text{R}$ ,  $\text{I}^0\text{r}$ ), ♂ III (B) полож. (+) —  $\text{I}^B\text{I}^0\text{Rr}$  (гаметы  $\text{I}^B\text{R}$ ,  $\text{I}^B\text{r}$ ,  $\text{I}^0\text{R}$ ,  $\text{I}^0\text{r}$ );

2) генотип сына: ♂ I<sup>0</sup>I<sup>0</sup>rr (I группа крови, отрицательный резус); мужчину могут признать отцом этого ребёнка только в том случае, если женщина и мужчина гетерозиготны по обеим парам признаков;

3) группа крови по системе AB0 наследуется по принципу кодоминирования, а резус-фактор — полного доминирования.

**Пример 6.** На основании родословной установите характер наследования признака (домinantный или рецессивный, сцеплен или не сцеплен с полом), генотипы детей в первом и во втором поколениях.



Составьте схему решения задачи. Ответ поясните.

**1. Записываем условие задачи (переводим его на язык генетики):**

Признак, фенотип	Ген, генотип
Норма	X <sup>A</sup>
Патология	X <sup>a</sup>
P: ♀ больна	X <sup>a</sup> X <sup>a</sup>
♂ здоров	X <sup>A</sup> Y
F <sub>1</sub> : 2 ♀ здоровы, 1 ♂ болен	?
F <sub>2</sub> : ♀ больна, ♀ здоровая, ♂ болен, ♂ здоров	?

Так как в условии задачи не даны буквы для обозначения генов, используем произвольное обозначение.

**2. Составляем схему скрещивания.** Обязательно записываем фенотипы родителей, строго под ними пишем генотипы, а затем — гаметы.

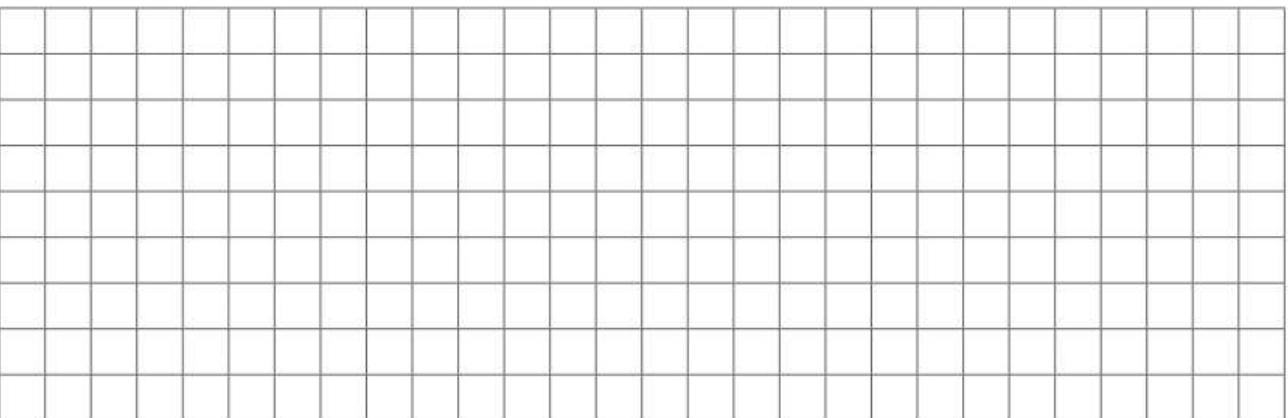
P: ♀ больна	×	♂ здоров
X <sup>a</sup> X <sup>a</sup>		X <sup>A</sup> Y
G:	X <sup>a</sup>	X <sup>A</sup> , Y
F <sub>1</sub> :	♀ X <sup>A</sup> X <sup>a</sup>	♀ X <sup>A</sup> X <sup>a</sup>
	здорова	здорова
(носитель гена патологии)		(носитель гена патологии)

## Часть II

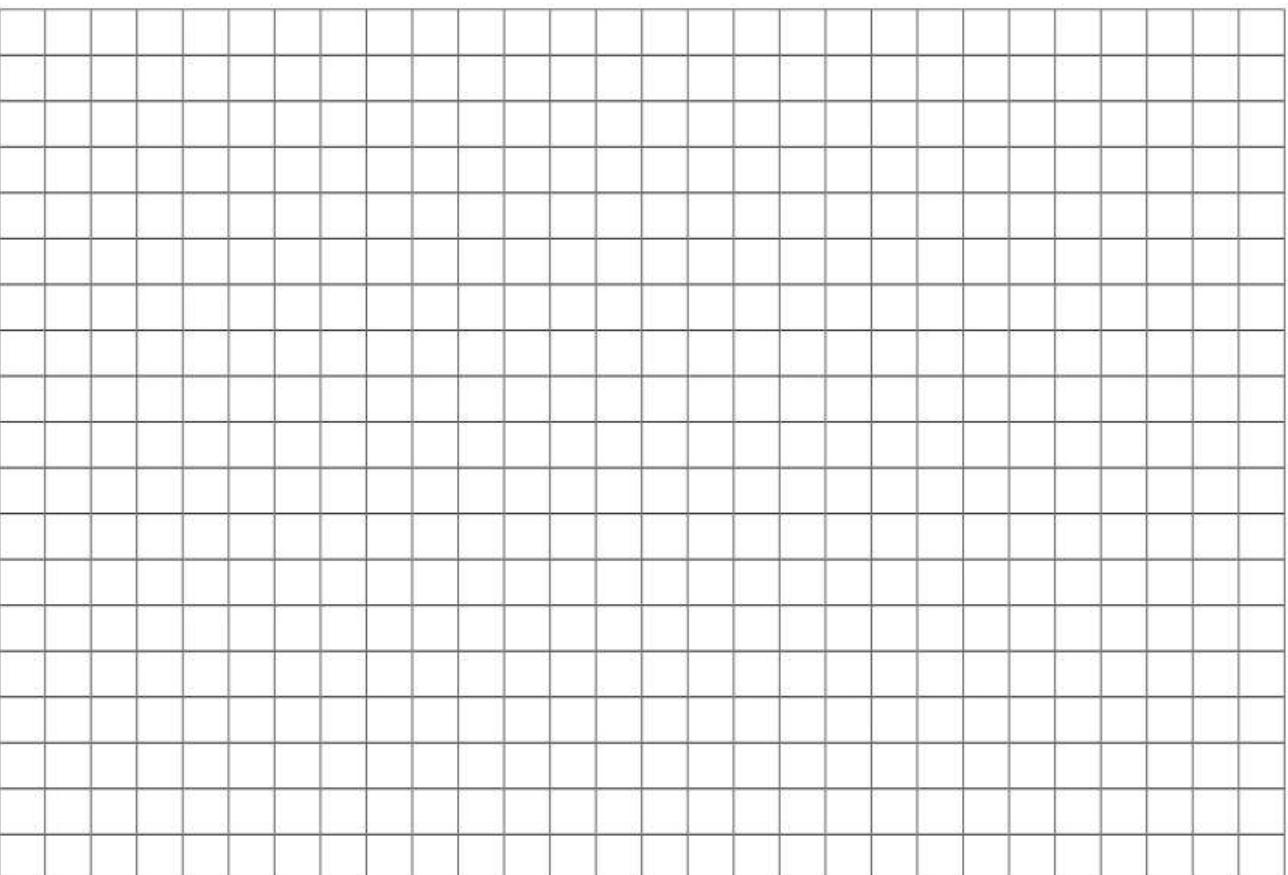


# ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1 У человека наличие ямочек на щеках доминирует над их отсутствием, а способность сворачивать язык в трубочку — над отсутствием этой способности. Гены обоих признаков находятся в различных хромосомах. Мужчина с ямочками на щеках и способный сворачивать язык в трубочку, мать которого имела ямочки на щеках и не была способна сворачивать язык в трубочку, женился на женщине без ямочек на щеках и неспособной сворачивать язык в трубочку. Составьте схему скрещивания. Определите генотип родителей, генотипы и фенотипы потомков. Ответ поясните. Какой закон наследственности проявляется в данном случае?



- 2 Аниридия (отсутствие радужной оболочки глаза) у человека и брахидактилия (укороченные фаланги пальцев) — аутосомно-домinantные признаки. Могут ли родиться абсолютно здоровые дети в семье, где мать страдает аниридией и имеет пальцы нормальной длины, а отец обладает нормально развитой радужной оболочкой глаза и короткими пальцами? Оба родителя по обеим парам признаков дигомозиготны. Составьте схему скрещивания. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы возможных потомков и вероятность рождения абсолютно здоровых детей.

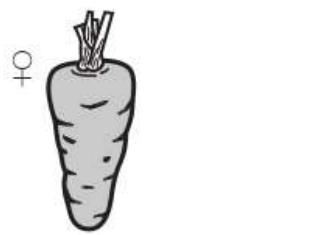


24

Используя рисунок, определите, какие признаки (красные — жёлтые, заострённые — закруглённые корнеплоды) у моркови доминируют; каковы генотипы и фенотипы родителей и гибридов  $F_1$  и  $F_2$ . Составьте схемы решения задачи и определите характер наследования этих признаков.

## 1-е скрещивание:

P:



F<sub>1</sub>:



2-е скрещивание:

P:



F<sub>2</sub>:



## ОТВЕТЫ

---

1. 1) Генотипы родителей: ♀ — aabb (гаметы ab); ♂ — AABb (гаметы AB, Ab);  
2) фенотипы и генотипы детей: 50 % — AaBb (с ямочками на щеках и способные сворачивать язык в трубочку), 50 % — Aabb (с ямочками на щеках и неспособные сворачивать язык в трубочку);  
3) гены находятся в разных хромосомах и наследуются независимо друг от друга (III закон Г. Менделя), появление только двух фенотипических групп потомков можно объяснить тем, что оба родителя по признаку «наличие/отсутствие ямочек на щеках» гомозиготны.
2. 1) Генотипы родителей: ♀ AAbb (гаметы Ab), ♂ aaBB (гаметы aB);  
2) фенотипы и генотипы детей: 100 % AaBb — аниридия и брахидаактилия;  
3) вероятность рождения в этой семье абсолютно здоровых детей — 0 %.
3. 1) Генотипы родителей: AAbb — зелёные сжатые бобы (гаметы Ab), aaBb — жёлтые вздутые бобы (гаметы aB, ab);  
2) генотипы потомства: AaBb — зелёные вздутые бобы, Aabb — зелёные сжатые бобы;  
3) характер наследования признаков — независимое наследование.
4. 1) Генотипы родителей: aaBb (гаметы aB, ab); AaBb (гаметы AB, Ab, aB, ab);  
2) ребёнок с тонкими губами и прямым носом — aabb; второй ребёнок с толстыми губами и «римским» носом — AaBB или AaBb;  
3) возможные генотипы детей: AaBB, 2 AaBb, aaBB, 2 aaBb, Aabb, aabb; вероятность рождения детей с тонкими губами и прямым носом — 12,5 % (aabb).
5. 1) Генотипы родителей: Aabb — розовые цветки пилорической формы (гаметы Ab, ab);  
2) фенотипы и генотипы потомства: 1 AAAb (красные пилорические цветки) : 2 Aabb (розовые пилорические цветки) : 1 aabb (белые пилорические цветки);  
3) признаки окраски и формы цветков львиного зева наследуются независимо друг от друга, а появление цветков только пилорической формы можно объяснить тем, что пилорическая форма цветка — рецессивный признак, и расщепление не происходит.