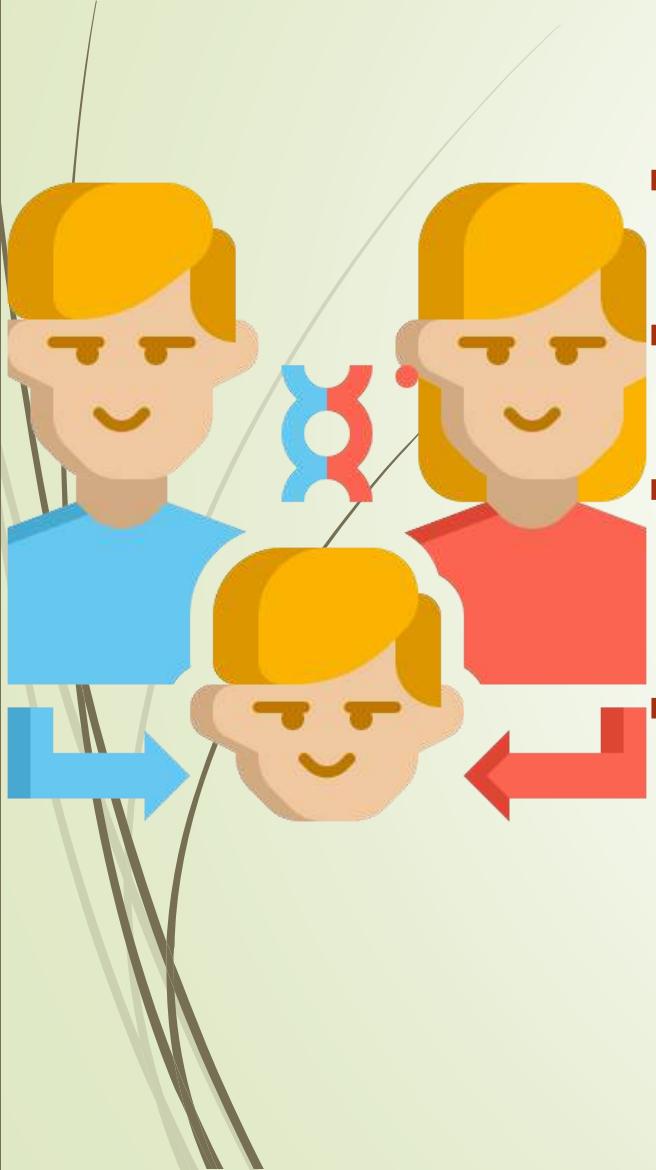


Закономерности наследования



Основные понятия генетики



- Генетика — наука о закономерностях наследственности и изменчивости организмов.
- **Наследственность** — свойство организмов передавать свои признаки от одного поколения к другому.
- Элементарной структурной единицей наследственности является **ген** – участок ДНК, содержащий информацию о структуре одного белка, тРНК или рРНК.
- **Генотип** – это сумма всех генов организма, т. е. совокупность всех наследственных задатков.

Основные понятия генетики

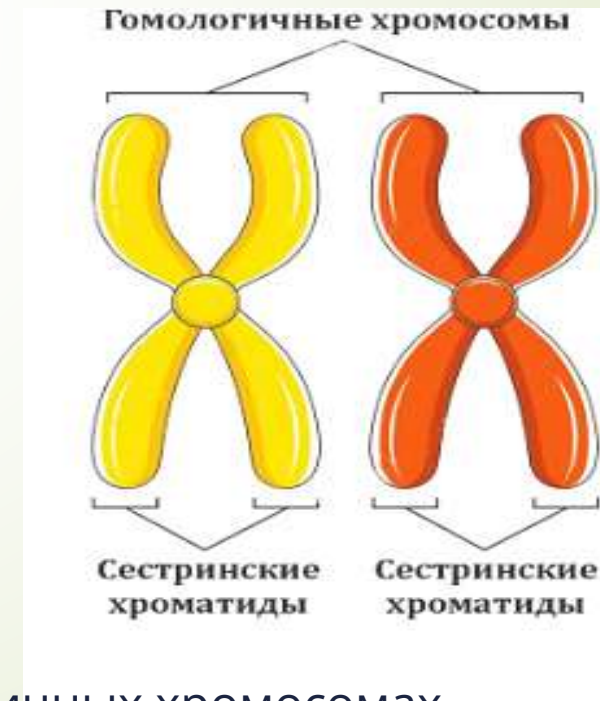
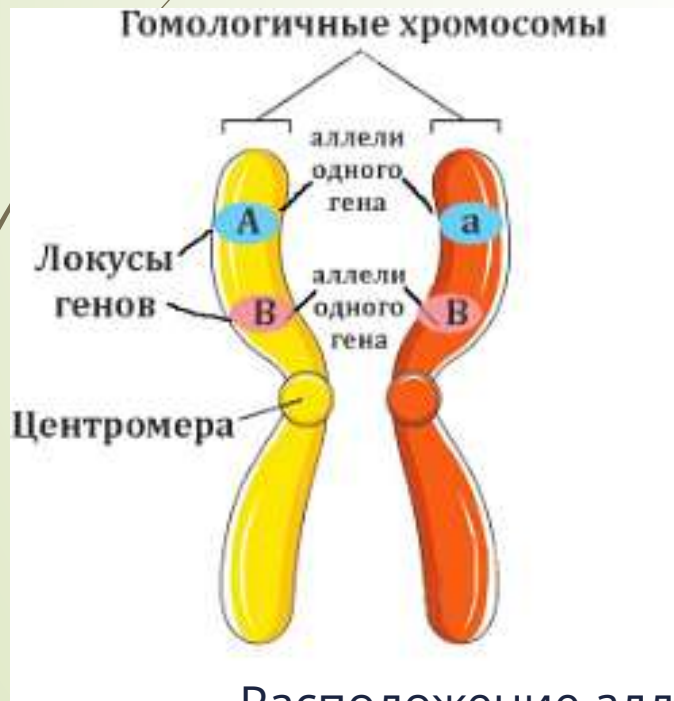
- **Изменчивость** — свойство организмов приобретать новые по сравнению с родителями признаки.
- Совокупность свойств и признаков организма, которые являются результатом взаимодействия генотипа особи и окружающей среды, называют **фенотипом**.



Примеры изменчивости у животных (а) и растений (б)

Основные понятия генетики

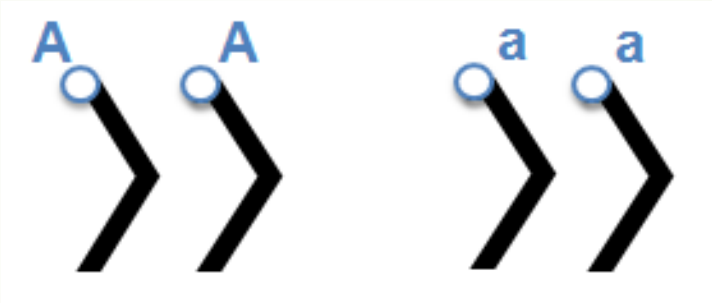
- ▶ Гомологичные хромосомы — пара хромосом приблизительно равной длины, с одинаковым положением центромеры.
- ▶ Их гены в соответствующих (идентичных) локусах представляют собой аллельные гены — аллели, то есть кодируют одни и те же белки или РНК.



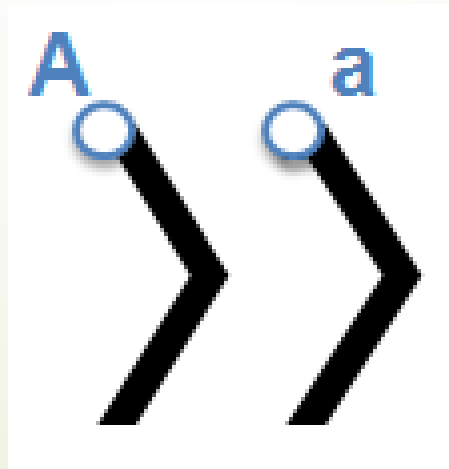
Расположение аллельных генов в гомологичных хромосомах

Основные понятия генетики

- **Гомозигота** — организм, имеющий аллельные гены одной молекулярной формы (оба доминантные или оба рецессивные).



- **Гетерозигота** — организм, имеющий аллельные гены разной молекулярной формы; в этом случае один из генов является доминантным, другой — рецессивным.



Основные понятия генетики

- **Рецессивный ген** — аллель, определяющий развитие признака только в гомозиготном состоянии; такой признак будет называться рецессивным.
- **Доминантный ген** — аллель, определяющий развитие признака не только в гомозиготном, но и в гетерозиготном состоянии; такой признак будет называться доминантным.

A – черная окраска
(доминантный)
a – белая окраска
(рецессивный)

AA
Aa

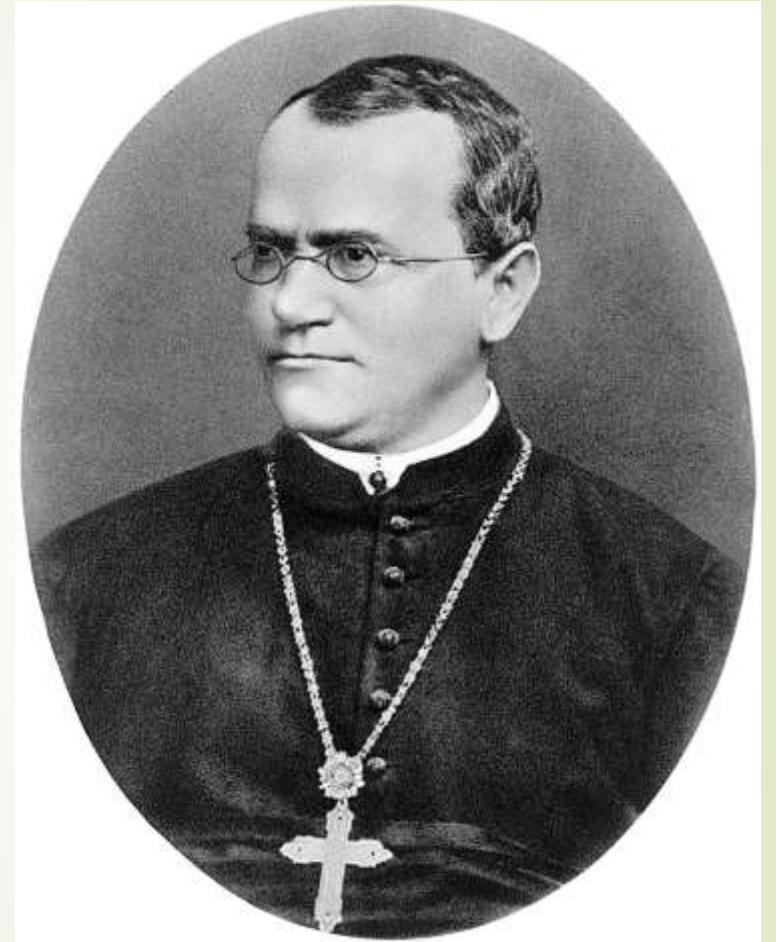


aa



У истоков генетики

- Основные закономерности наследования признаков впервые были описаны во второй половине XIX в. австрийским учёным Грегором Менделем (1822–1884).
- Результаты своих экспериментов Г. Мендель представил в 1865 г. на заседании Общества естествоиспытателей г. Брюнна и изложил в статье «Опыты над растительными гибридами».



Грегор Мендель (1822–1884)

Моногибридное скрещивание

Мендель выбрал признаки гороха, которые следует изучать:

- форма семян (гладкие и морщинистые);
- окраска семян (жёлтые и зелёные);
- окраска цветков (пурпурные и белые);
- расположение цветков (пазушные и верхушечные);
- высота стебля (высокие и низкие);
- форма плодов (выпуклые и с перетяжками);
- окраска плодов (зелёные и жёлтые)

Особенности гороха:

- легко выращивать, имеет короткий период развития, поэтому можно получить несколько поколений за один год;
- имеет многочисленное потомство;
- имеет много сортов;
- сорта гороха отличаются друг от друга хорошо выраженными наследственными признаками;
- является самоопыляющимся растением;
- есть возможность искусственно скрещивать сорта.

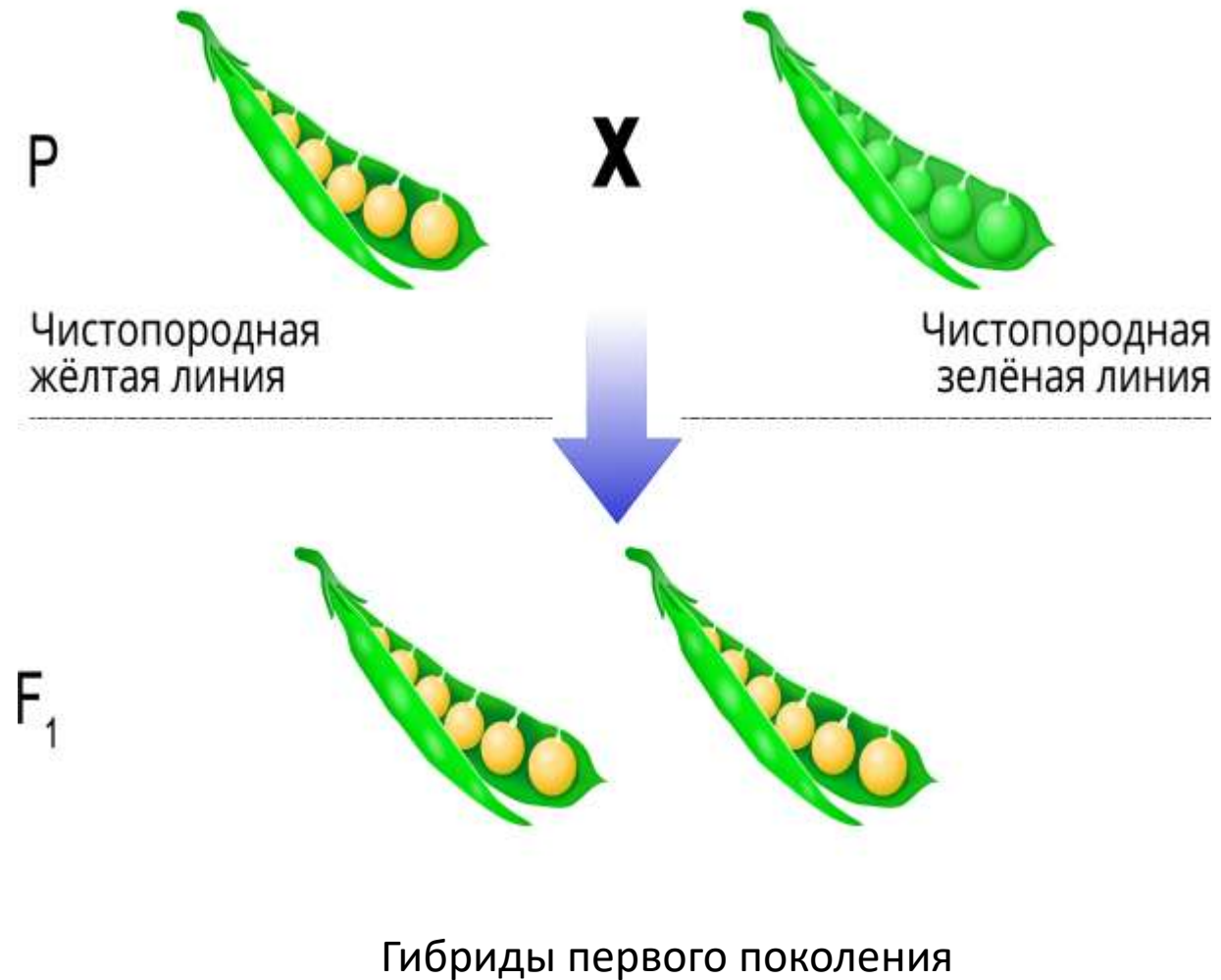
Гибридологический метод – это система скрещиваний в ряду поколений, дающая возможность при половом размножении анализировать наследование отдельных свойств и признаков организмов, а также обнаруживать возникновение наследственных изменений.



| | Окраска цветков | Форма семян | Окраска семян | Окраска плодов | Форма плодов | Высота стебля | Расположение цветков |
|-------------|--|---|--|--|---|--|---|
| Доминантные |  Пурпурные |  Гладкие |  Жёлтые |  Зелёные |  Выпуклые |  Высокие |  Пазушные |
| Рецессивные |  Белые |  Морщинистые |  Зелёные |  Жёлтые |  С перетяжками |  Низкие |  Верхушечные |

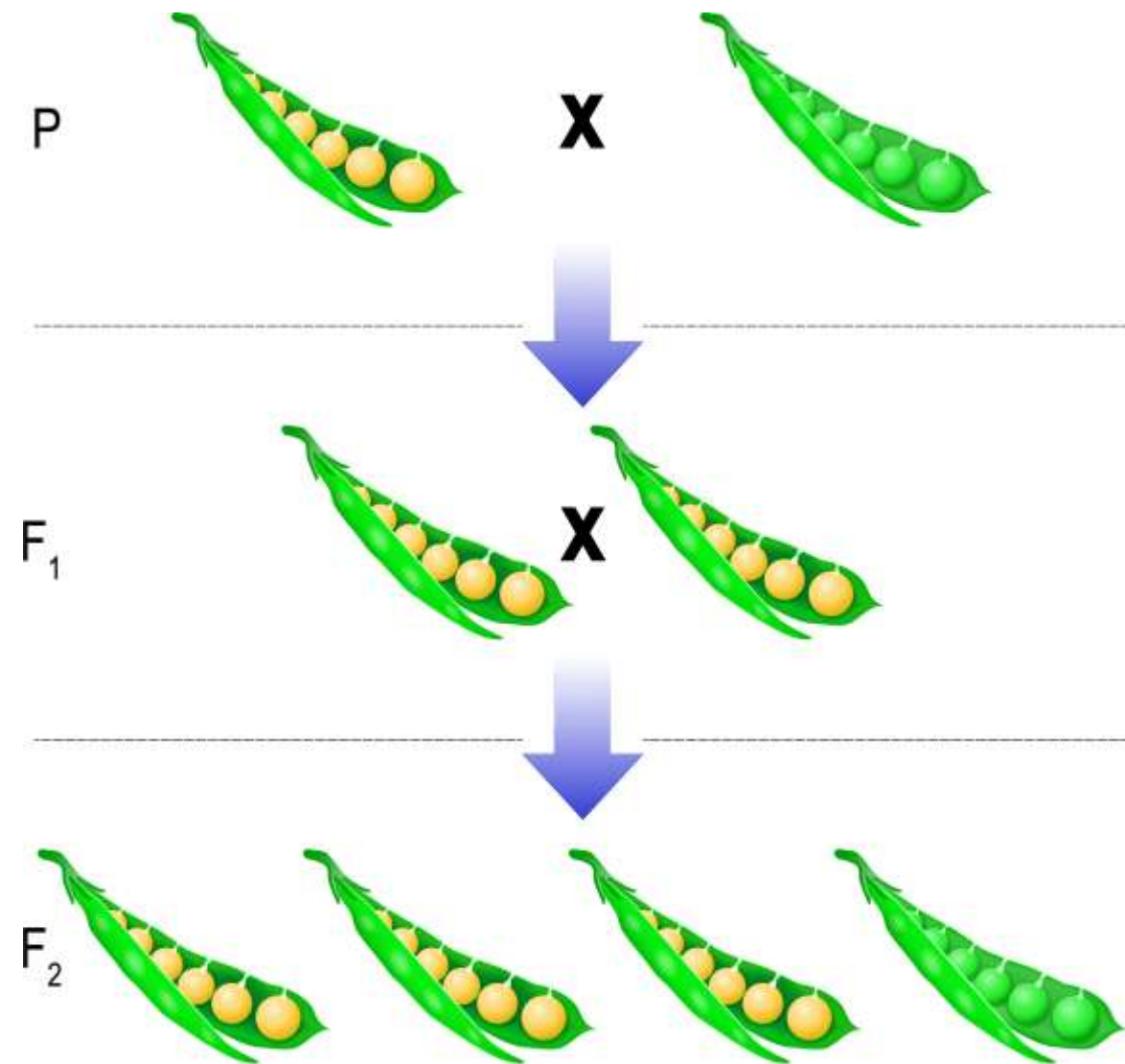
Признаки гороха, изучаемые Г.Менделем

- **Моногибридное скрещивание** — это скрещивание особей, которые отличаются друг от друга только одной парой альтернативных признаков.
- **Закон единообразия гибридов первого поколения**, или **закон доминирования (первый закон Менделя)**: при скрещивании двух гомозиготных организмов, обладающих альтернативными признаками, все гибриды первого поколения будут иметь признак одного из родителей, т. е. они будут единообразны по фенотипу.



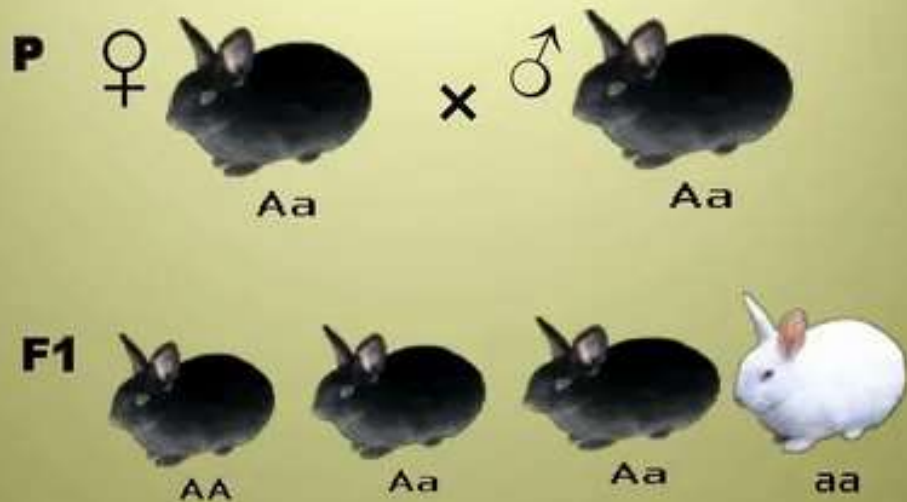
Второй закон Менделя — закон расщепления

- В результате скрещивания гибридов первого поколения между собой во втором поколении происходит расщепление по альтернативным признакам в отношении 3 : 1.

















Гибриды второго поколения

II закон Менделя



Тема лекции: Закономерности наследования

| Доминантные | × | Рецессивные | Доминантные | Рецессивные | Общее количество | Соотношение |
|---|---|---|-------------|-------------|------------------|-------------|
|  Гладкие семена | × | Морщинистые семена  | 5474 | 1850 | 7324 | 2,96 : 1 |
|  Жёлтые семена | × | Зелёные семена  | 6022 | 2001 | 8023 | 3,01 : 1 |
|  Пурпурные цветки | × | Белые цветки  | 705 | 224 | 929 | 3,15 : 1 |
|  Гладкие плоды | × | Плоды с перетяжками  | 882 | 299 | 1181 | 2,95 : 1 |
|  Зелёные плоды | × | Жёлтые плоды  | 428 | 152 | 580 | 2,82 : 1 |
|  Пазушные цветки | × | Верхушечные цветки  | 651 | 207 | 858 | 3,14 : 1 |
|  Высокий стебель (1 м) | × | Низкий стебель (0,3 м)  | 787 | 277 | 1064 | 2,84 : 1 |

Моногибридное скрещивание. Результаты работы Г. Менделя

Символика для задач по генетике

♀ — женская особь;

♂ — мужская особь;

x — процесс скрещивания;

P — родители;

G — гаметы, образуемые из исходной клетки;

F1 — потомки первого поколения;

F2 — потомки второго поколения;

A, B, C — доминантные гены (проявляющиеся в фенотипе организма);

a, b, c — рецессивные гены (в фенотипе проявляются исключительно в случае гомозигот).

- **Закон чистоты гамет** - при образовании половых клеток в каждую гамету попадает только один аллель из каждой пары .

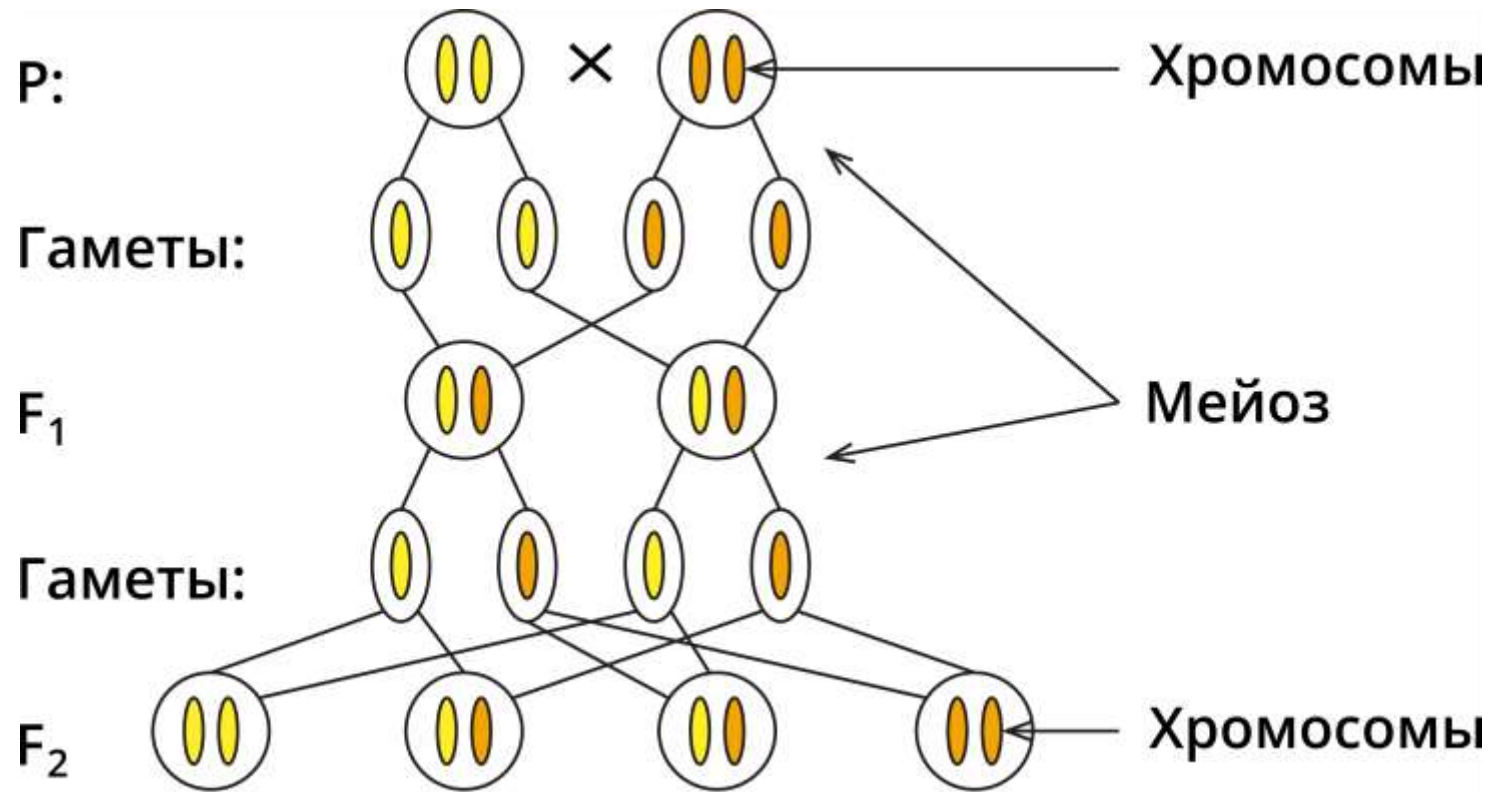


Схема гипотезы «чистоты гамет»

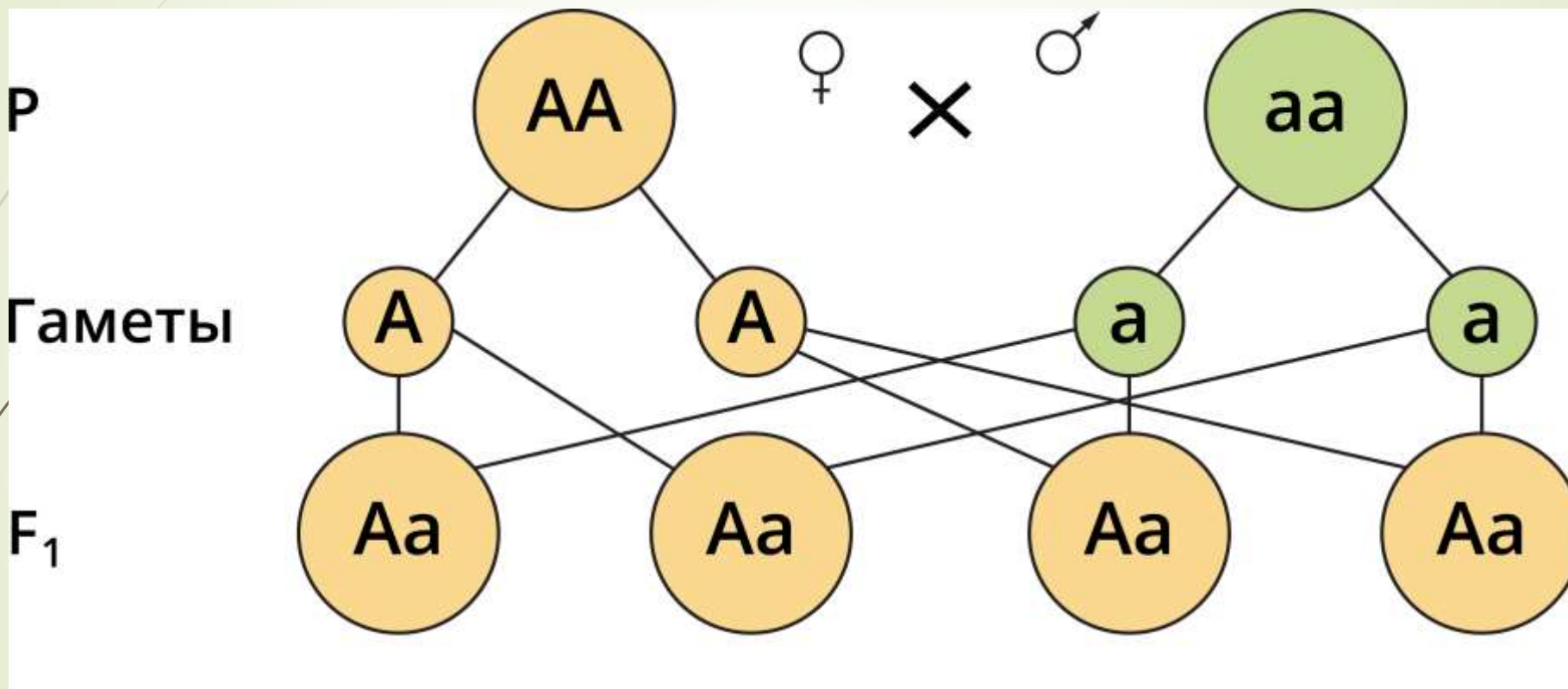
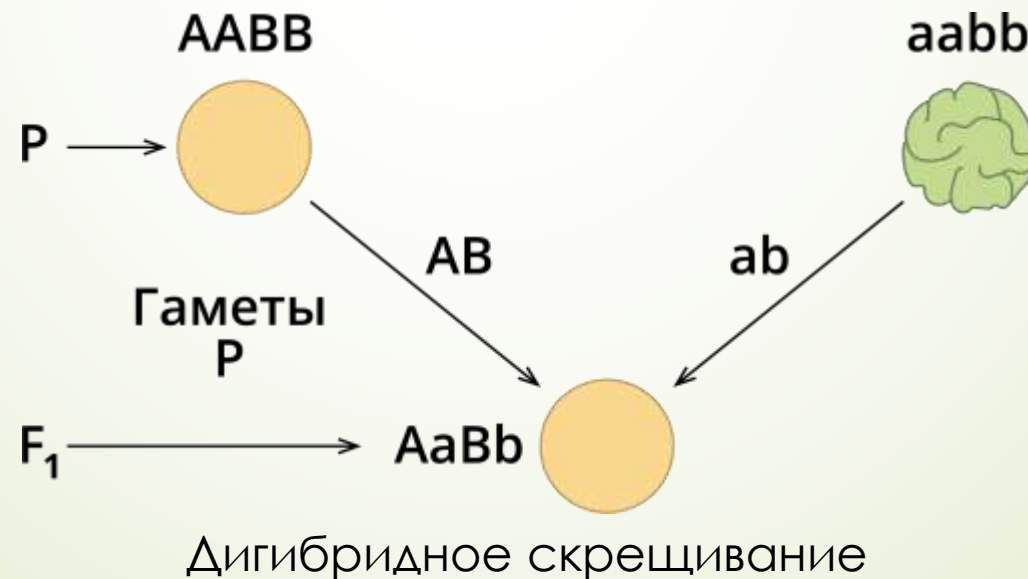


Схема скрещивания гомозигот

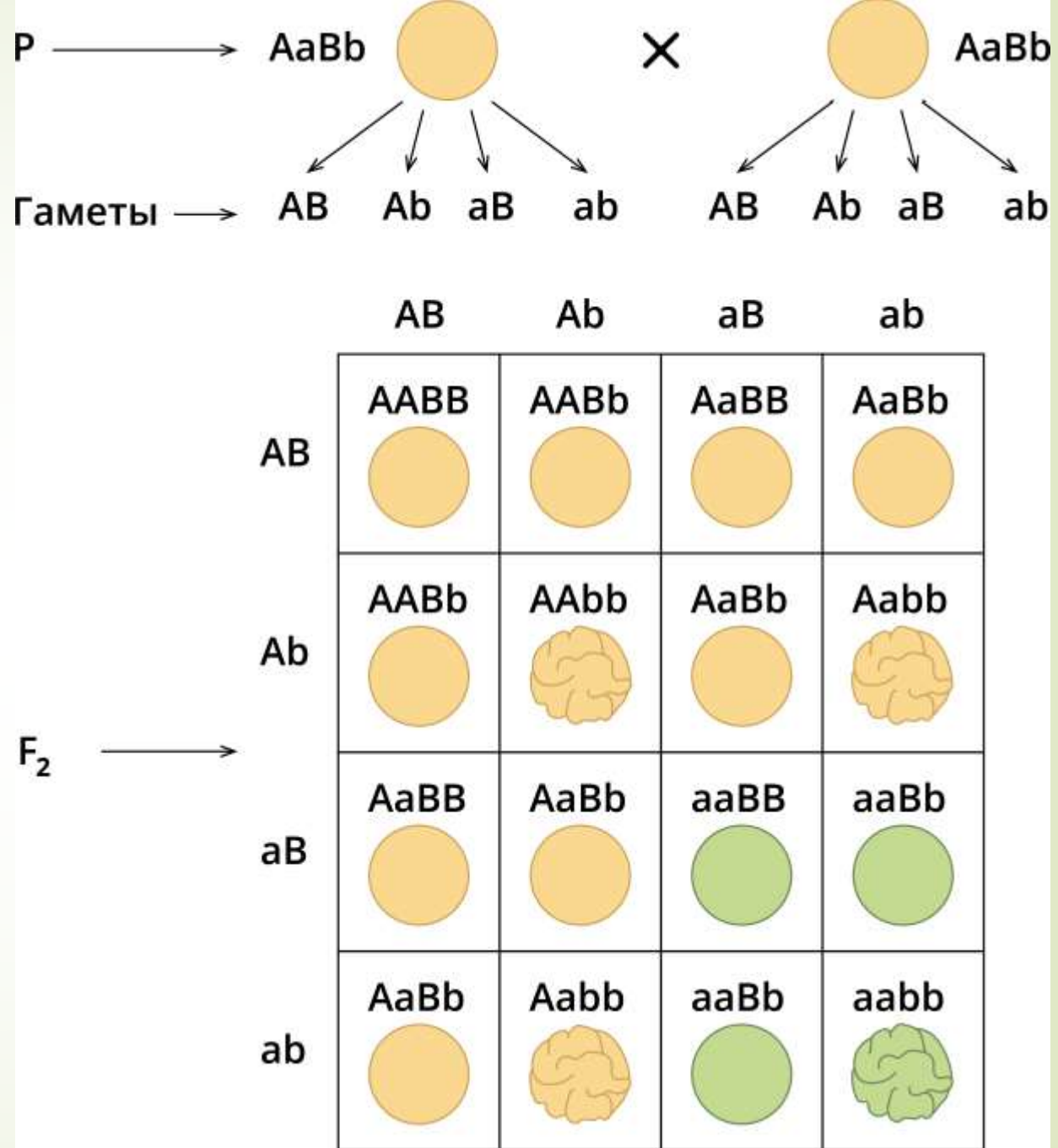
Дигибридное скрещивание

- Скрещивание, при котором родительские особи отличаются по двум парам аллелей, называется дигибридным.
- Гибриды, гетерозиготные по двум генам, называют дигетерозиготными. Их генотип $AaBb$.
- Гены, определяющие развитие разных пар признаков, называются неаллельными и обозначаются разными буквами латинского алфавита.



➔ **Закон независимого наследования** (третий закон Менделя): при скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по двум и более парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки передаются потомству независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях.

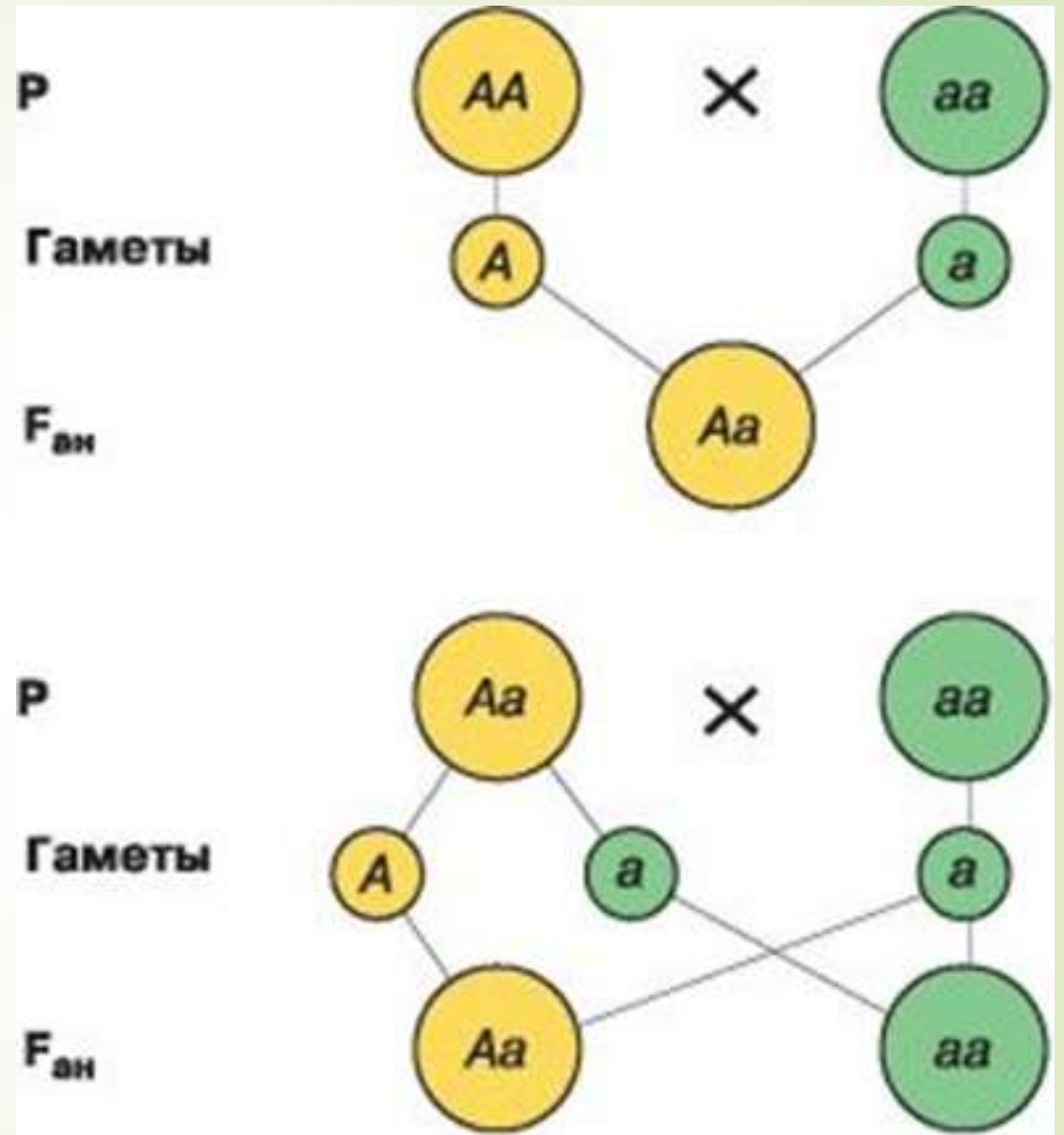
➔ Соотношение фенотипов соответствует 9:3:3:1.



Второе поколение

➤ **Анализирующее скрещивание** – это такой тип скрещивания, при котором исследуемую особь с доминантным фенотипом скрещивают с организмом, гомозиготным по рецессивному аллелю (анализатором).

➤ Если в потомстве от анализирующего скрещивания не наблюдается расщепления, то исследуемая особь гомозиготна (AA). Если образуется потомство двух фенотипических классов в соотношении 1:1, то исследуемая особь гетерозиготна (Aa).



Анализирующее скрещивание по одной паре признаков

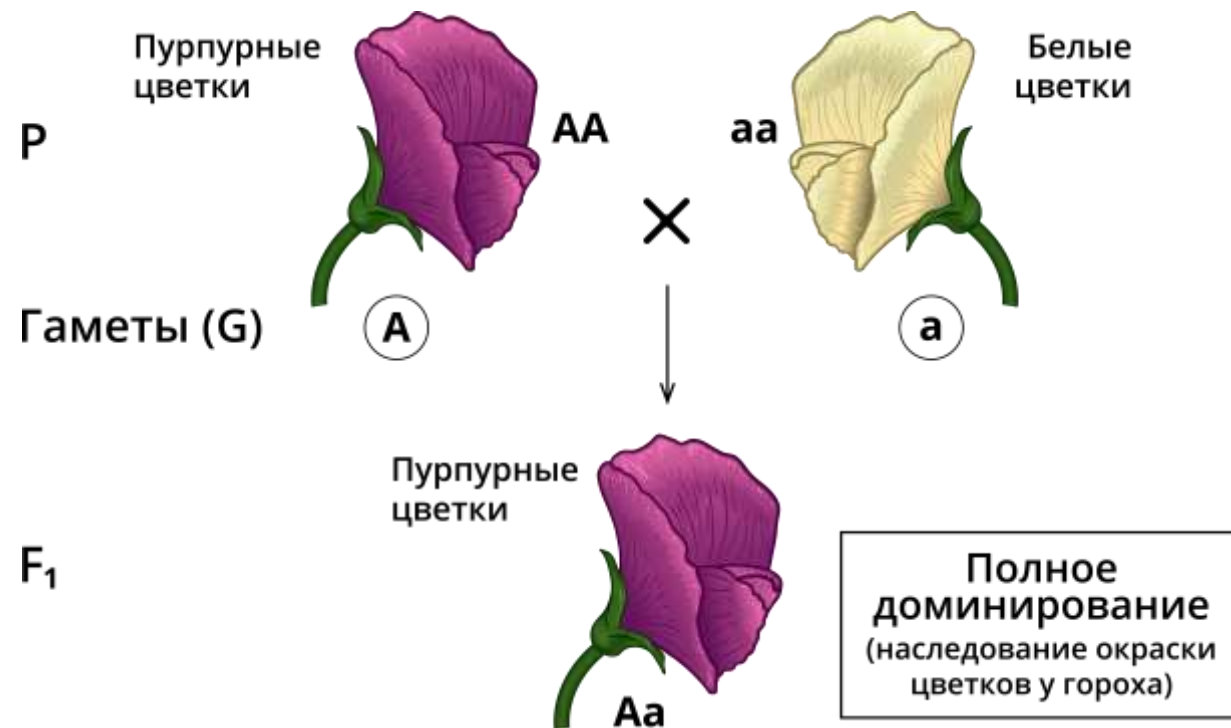
Взаимодействие аллельных генов

Полное доминирование – участие только одного аллеля в определении признака у гетерозиготной особи.

Полное доминирование проявляется в случае полного подавления действия рецессивного аллеля доминантным.

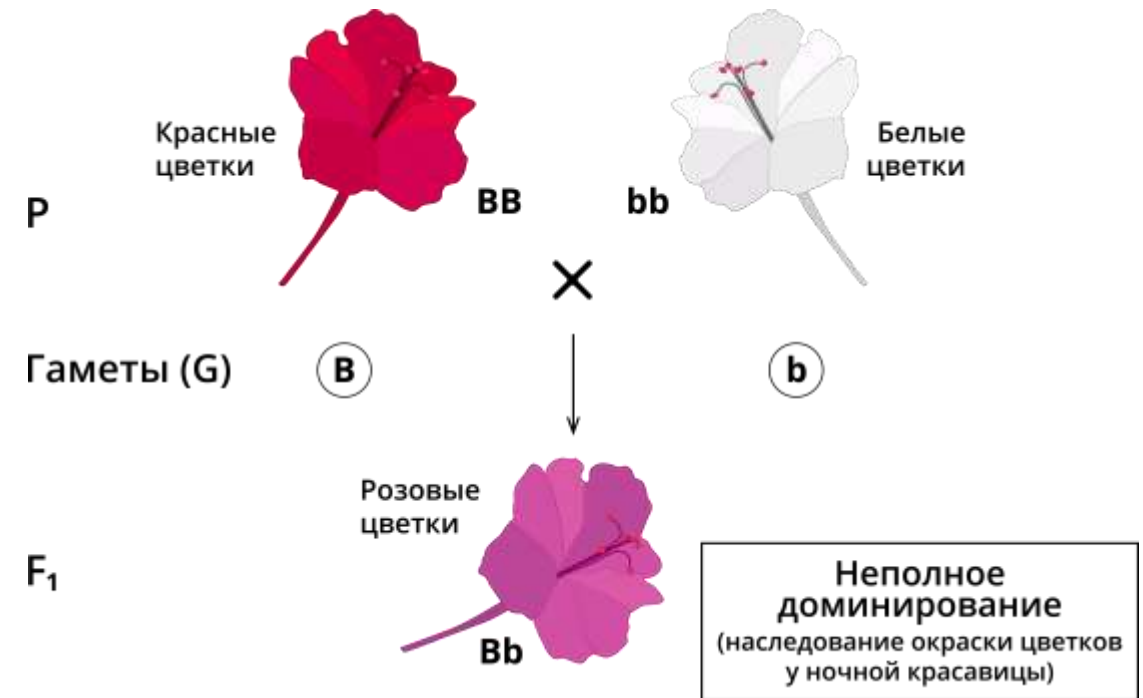
у всех гетерозиготных особей – гибридов первого поколения – фенотип совпадает с фенотипом одной из родительских особей.

При полном доминировании фенотипы гетерозиготного организма (Aa) и гомозиготного по доминантному аллелю (AA) одинаковы.



Взаимодействие аллельных генов

При **неполном доминировании** доминантный аллель не полностью подавляет рецессивный, поэтому у гибридов первого поколения – у гетерозиготных организмов (Aa) – наблюдается промежуточное состояние признака, так называемый промежуточный фенотип.

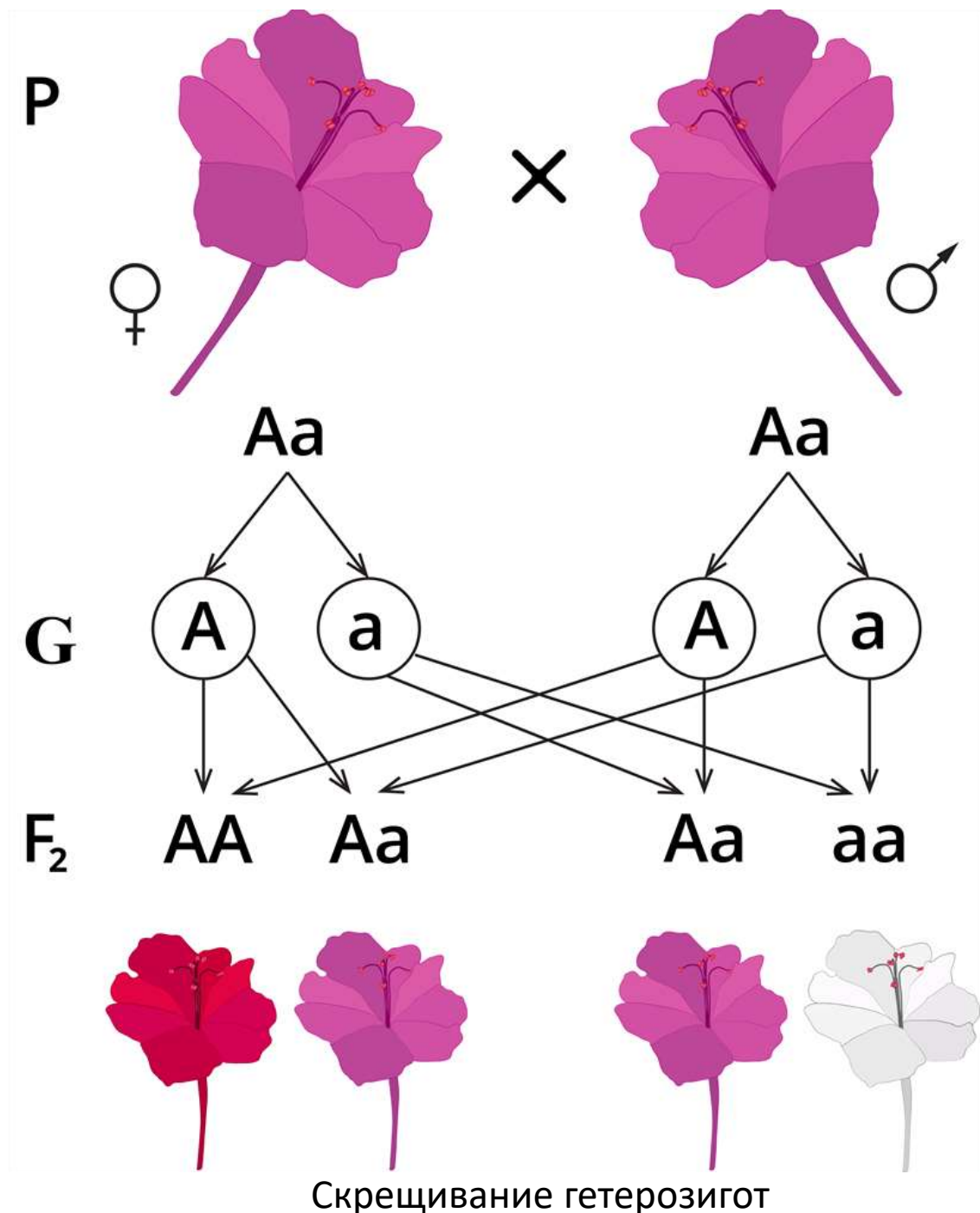


Взаимодействие аллельных генов

При **неполном доминировании** гетерозигота имеет фенотип, промежуточный между фенотипами гомозигот.

При этом выполняется первый закон Менделя о единообразии гибридов первого поколения.

Во втором поколении по фенотипу и по генотипу наблюдается расщепление в соотношении 1:2:1.



Примеры неполного доминирования



AA



Aa



aa

При скрещивании чистых линий некоторых пород кур, имеющих чёрную и белую окраску, получают потомство с серебристым оперением.

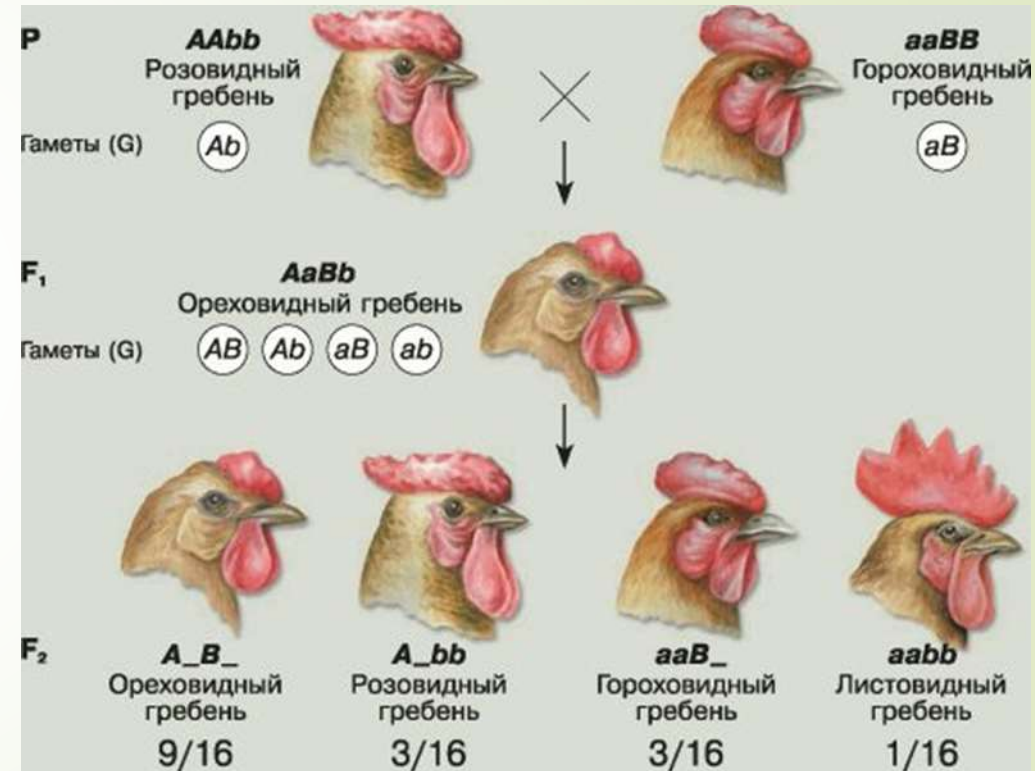
- Наблюдается явление неполного доминирования также и у человека. Так наследуется брахидактилия (укорочения фаланг пальцев). У человека с генотипом AA развитие пальцев и скелета происходит нормально.
- У гетерозигот Aa наблюдается укорочение фаланг пальцев, а у рецессивных гомозигот aa развитие скелета происходит с множественными нарушениями, и они оказываются нежизнеспособными.



Примеры брахидактилии

Взаимодействие неаллельных генов.

Комплементарность (дополнительное действие генов) — взаимодействие неаллельных генов, при котором они дополняют друг друга, а признак формируется лишь при одновременном действии двух доминантных генов, которые по отдельности не приводят к появлению признака.



- Задача 1.
- У тыквы дисковидная форма плода доминирует над шаровидной. Гомозиготную шаровидную тыкву опылили пыльцой такой же тыквы. Какими будут гибриды первого поколения?



Шаровидная форма



Дисковидная форма

Решение задачи 1

Дано:

A – дисков.

a – шаров.

P: ♀ aa

♂ aa

F₁ - ?

Решение:

P: ♀ aa x ♂ aa

G: a a

F₁: aa

Задача 2

- У морских свинок черная окраска шерсти доминирует над белой. Скрестили двух гетерозиготных самца и самку. Какими будут гибриды первого поколения?



Черный окрас



Белый окрас

Решение задачи 2

Дано:

A – черн.

a – белая

P: ♀ Aa

♂ Aa

F₁ - ?

Решение:

P: ♀ Aa x ♂ Aa

G: A A

a a

F₁: AA, Aa, Aa, aa

ч ч ч б

Ответ: $\frac{3}{4}$ гибридов первого поколения будут черными,
 $\frac{1}{4}$ - белыми.

Задача 3.

- ▶ У томатов красная окраска плода доминирует над желтой. Переопылили два растения с красной окраской плодов: одно было гомозиготным, другое гетерозиготным. Растения с какими плодами вырастут в первом поколении?



Окрас томатов

Решение задачи 3.

Дано:

A – красн.

a – желт.

P: ♀ AA

♂ Aa

F₁ - ?

Решение:

P: ♀ AA x ♂ Aa

G: A A
 a

F₁: AA, Aa

к к

Ответ: все растения в первом поколении будут с красными плодами.

Задача 4

- Ген, определяющий лень, доминирует над работоспособностью. Есть подозрение, что Емеля из сказки «По щучьему велению» гетерозиготен. Может ли быть такое, если известно, что мать Емели была работающей, а отец – очень ленивый?



Решение Задача 4

Дано:

A – лень

a – работ.

P: ♀ aa

♂ A*

F1 - ?

Решение:

P: ♀ aa x ♂ A*

F1: Aa

Один аллель (одна буква) в генотипе у Емели от мамы, а второй – от папы, следовательно, он может быть гетерозиготным

Ответ: генотип Емели может быть Aa.

Задача 5

У Шрека ген лысости доминирует над геном волосатости. Волосатая Фиона вышла замуж за лысого Шрека, имеющего лысого брата и лысого отца. У них родилась лысая Шреченька. Шреченька вышла за волосатого Шрека. Какова вероятность, что у них родится лысый Шрек?



Решение задачи 5

- Дано:
- А – лысость.
- а – волос.
- Р: ♀ aa
- ♂ Aa
- F1: A*
- F2 - ?

Решение:

1) Р: ♀ aa x ♂ Aa
G: a A
 a

F1: Aa, aa
 Λ. В.

2) F1: ♀ Aa x ♂ aa
G: A a
 a

F2: Aa, aa
 Λ. В.

Задача 6

Одна из форм шизофрении наследуется как рецессивный признак. Определить вероятность рождения ребенка с шизофренией от здоровых родителей, если известно, что бабушка со стороны отца и дед со стороны матери страдали этими заболеваниями.



Адольф Вильям Бугро.
«Материнское счастье».
1869.

Решение задачи 6

➤ Решение

➤ P ♀Aa × ♂Aa

➤ здорова здоров

➤ гаметы A a A a

➤ F1 AA Aa Aa aa

➤ здоров 25% здоров 25% здоров 25% болен 25%

➤ Мужчина и женщина здоровы, следовательно, они несут доминантный ген А. 2. У каждого из них один из родителей несут рецессивный признак шизофрении (aa), следовательно, в их генотипе присутствует также рецессивный ген а, и их генотип – Аа.

➤ Вероятность появления больного ребенка равна 1/4 (число событий, при котором появляется генотип aa, равно 1, число всех возможных событий равно 4). Ответ Вероятность рождения ребенка, больного шизофренией, равна 25% (1/4).

Задача 7

- У Лены и Кати карие глаза, а у их брата Семёна – голубые. Папа этих детей голубоглазый, хотя его родители имели карие глаза. Какой признак доминирует? Какой цвет глаз у мамы? Напишите генотипы всех перечисленных лиц.



Решение задачи 7

- ▶ У двух кареглазых людей (дедушка и бабушка) родился ребенок, отличающийся от них по фенотипу, следовательно, они гетерозиготны и их генотип – Аа.
- ▶ Гетерозиготы несут доминантный признак, значит, таковым является кария окраска глаз (А), а голубоглазость определяется рецессивным геном (а).
- ▶ Генотип голубоглазых отца и сына – аа, так как они проявляют рецессивный признак.
- ▶ Генотип дочерей – Аа, потому что они кареглазы (А), и от отца могли унаследовать только рецессивный ген а.
- ▶ Мать должна быть кареглазой, потому что дочери могли получить доминантный ген А только от нее. Она несет также рецессивный ген а, потому что у нее есть ребенок с генотипом аа.
- ▶ Следовательно, генотип матери – Аа.

Р ♀аа голубые × ♂Аа карие
гаметы а А а
F1 аа голубые 50% Аа карие 50%

Задача 8

У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а наличие веснушек над их отсутствием. Кареглазый мужчина без веснушек, отец которой был голубоглазым, женился на голубоглазой женщине с веснушками, мать которой была без веснушек. Какова вероятность рождения голубоглазого ребенка без веснушек в этой семье?



Решение:

A - карий цвет глаз; a - голубой цвет глаз;

B - наличие веснушек; b - отсутствие веснушек.

Так как у кареглазого мужчины без веснушек, отец которого был голубоглазым, является гетерозиготным по признаку цвета глаз - Aa и его генотип - Aabb. Голубоглазая женщина с веснушками, мать которой была без веснушек, является гетерозиготой по признаку веснушек - (Dd) и её генотип - aaBb.

Схема скрещивания

P: aaBb x Aabb

G: aB; ab Ab; ab

F1: AaBb - 25%; Aabb - 25%;

aaBb - 25%; aabb - 25%.

Наблюдается 4 типа генотипа. Расщепление по генотипу - 1:1:1:1.

Фенотип:

AaBb - кареглазость, наличие веснушек - 25%;

Aabb - кареглазость, отсутствие веснушек - 25%;

aaBb - голубоглазость, наличие веснушек - 25%;

aabb - голубоглазость, отсутствие веснушек - 25%.

Наблюдается 4 типа фенотипа. Расщепление по фенотипу - 1:1:1:1.

Выводы:

1) вероятность рождения голубоглазого ребенка без веснушек в этой семье составляет 25%.

Задача 9

- Ген черной масти у крупнорогатого скота доминирует над геном красной масти. Какое потомство F_1 получится от скрещивания чистопородного черного быка с красными коровами? Какое потомство F_2 получится от скрещивания между собой гибридов?

Задача 10

- ▶ При скрещивании серых мух друг с другом в их потомстве F1 наблюдалось расщепление. 1392 особи были серого цвета и 467 особей – черного. Какой признак доминирует? Определить генотипы родителей.

Задача 11

- ▶ Глухота и болезнь Вильсона (нарушение обмена меди) – рецессивные признаки. От брака глухого мужчины и женщины с болезнью Вильсона родился ребенок с обеими аномалиями. Какова вероятность рождения в этой семье здорового ребенка?