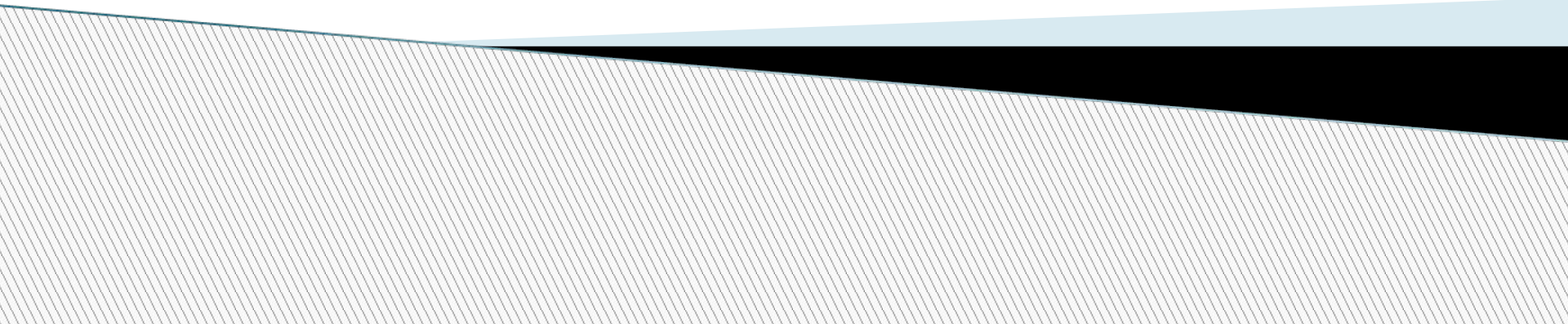
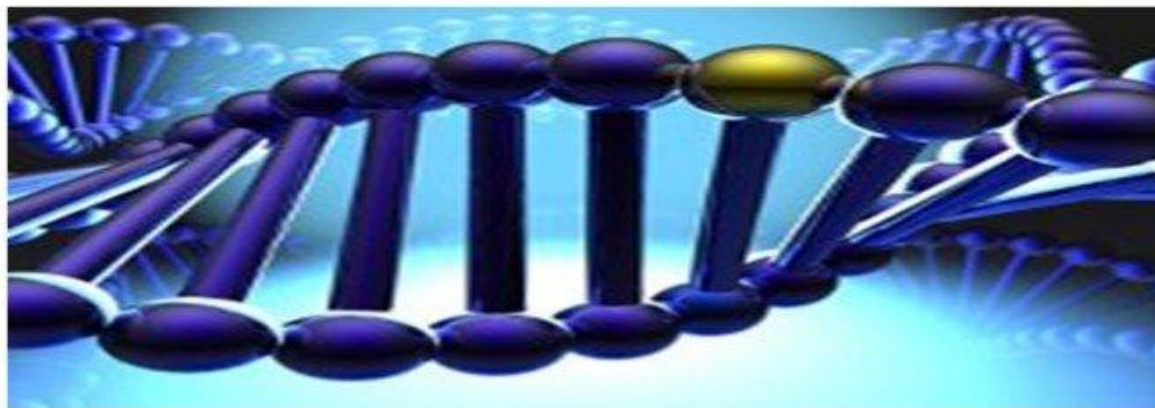


Генотип как целостная  
система.  
Взаимодействие генов.



Большинство признаков и свойств организма, по которым он отличается от других представителей вида, являются результатом действия не одной пары аллельных генов, а сразу нескольких аллельных и неаллельных генов.



# Условия проявления законов Менделя

- *Относительная стабильность гена, который определяет данный признак (отсутствие мутаций).*
- *Аллельных состояние гена (доминантность и рецессивность).*
- *Равномерное образования в мейозе гамет с аллелем А и гамет с геном а.*
- *Одинаковая вероятность встречи таких гамет при оплодотворении.*
- *Одинаковая жизнеспособность всех типов зигот и организмов, из них развиваются.*
- *Одинаковая участие материнского и отцовского организма в передаче наследственных факторов.*

# Гены

## аллельные

- Лежат в одинаковых локусах гомологичных хромосом и отвечают за один признак
- Обозначаются (обычно) одинаковыми буквами латинского алфавита



## неаллельные

- Лежат в разных локусах гомологичных или негомологичных хромосом и отвечают за разные признаки
- Обозначаются разными буквами латинского алфавита



# Взаимодействие генов



## Аллельных

1. Полное доминирование.
2. Неполное доминирование.
3. Кодоминирование.



## Неаллельных

1. Комплементарность.
2. Эпистаз.
3. Полимерия.

# ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ АЛЛЕЛЬНЫМИ ГЕНАМИ

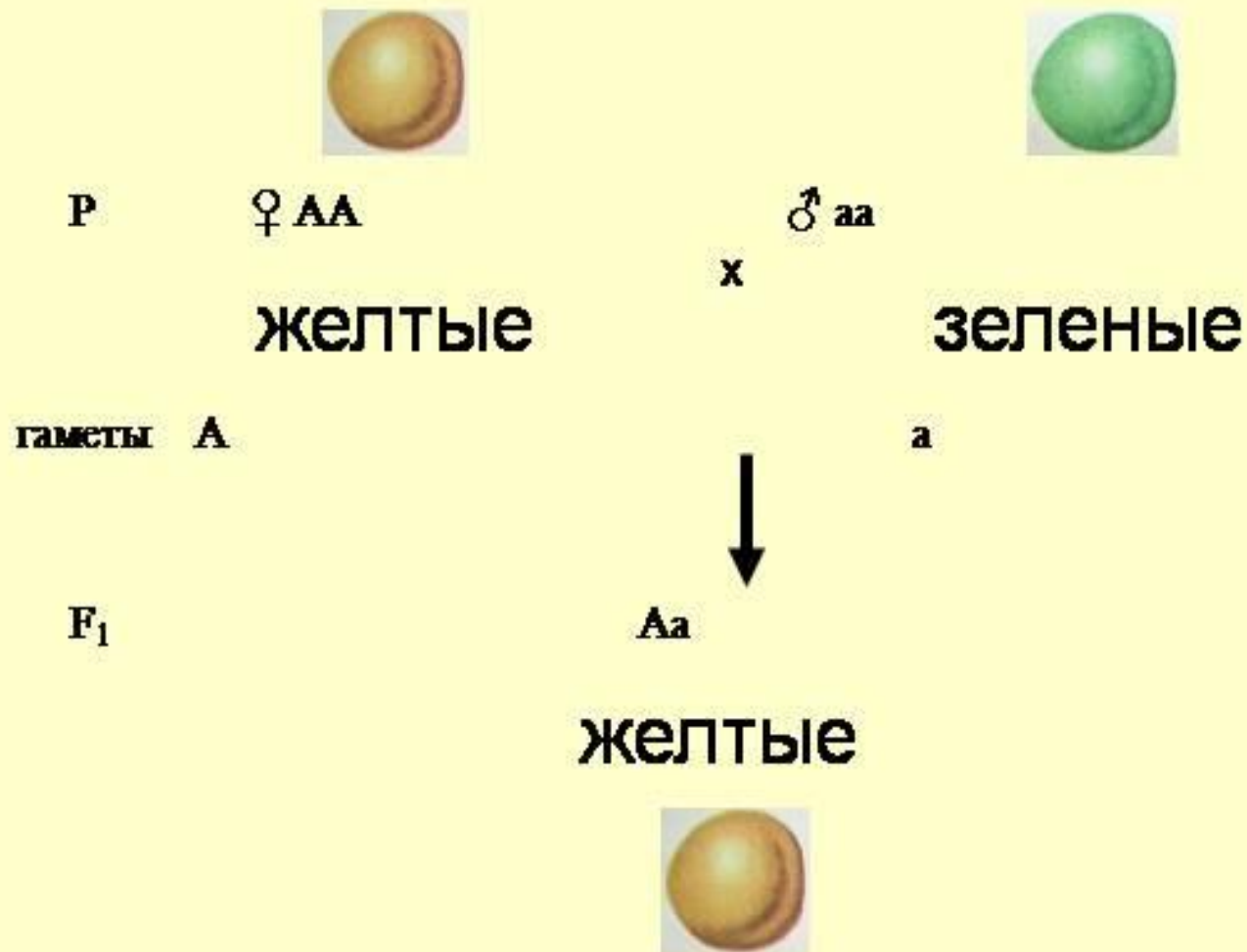
- ⦿ *Полное доминирование*
- ⦿ *Неполное доминирование  
(промежуточное наследование)*
- ⦿ *Сверхдоминирование*
- ⦿ *Кодоминирование*



# Полное доминирование

A – желтая окраска горошин

a – зеленая окраска горошин





# Доминирование

Доминирование – тип взаимодействия двух аллелей одного гена, когда один из них полностью исключает проявление действия другого. Такое проявление возможно при следующих условиях: 1) доминантный аллель в гетерозиготном состоянии обеспечивает синтез продуктов, достаточный для проявления такого же признака, как и в состоянии доминантной гомозиготы у родительской формы; 2) рецессивный аллель совсем неактивен либо продукты его активности не взаимодействуют с продуктами активности доминантного аллеля.

Примерами такого взаимодействия аллельных могут служить доминирование пурпурной окраски цветков гороха над белой, гладкой формы семян над морщинистой, темного цвета волос над светлым и т.д.

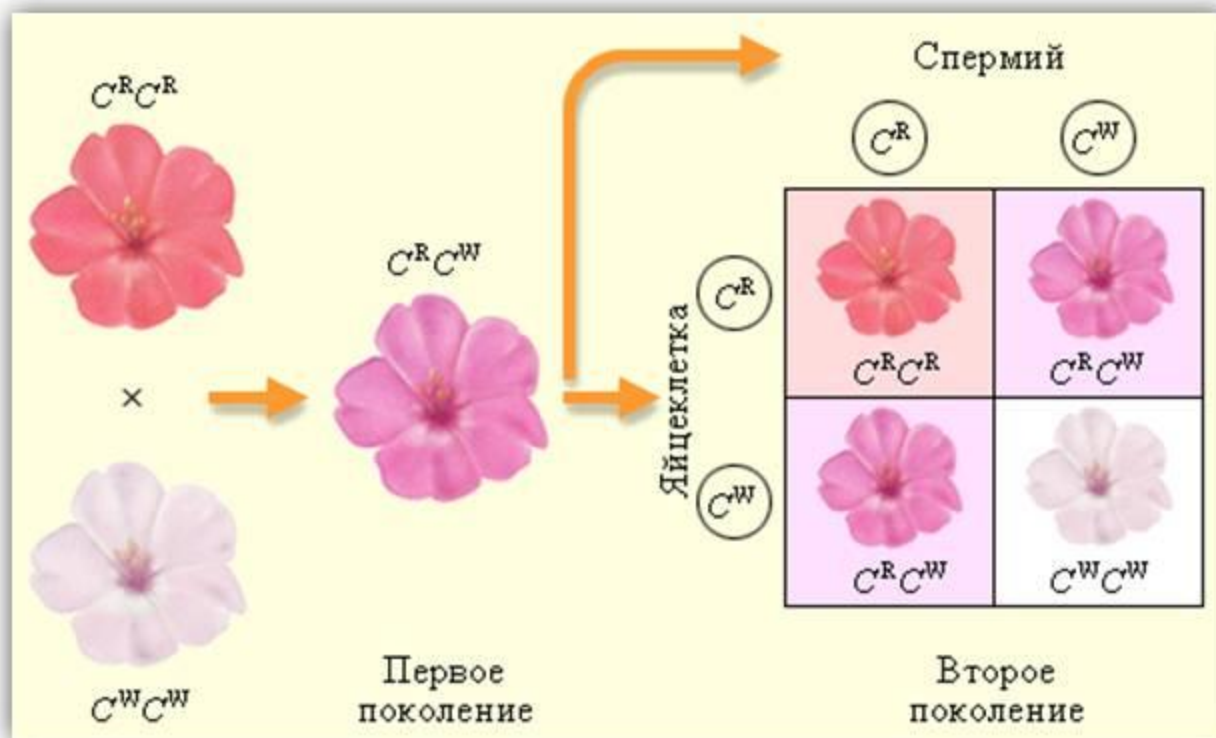
Неполное доминирование, или промежуточный характер наследования, наблюдается в том случае, когда фенотип гибрида (гетерозиготы) отличается от фенотипа обеих родительских гомозигот, т.е. выражение признака оказывается промежуточным с



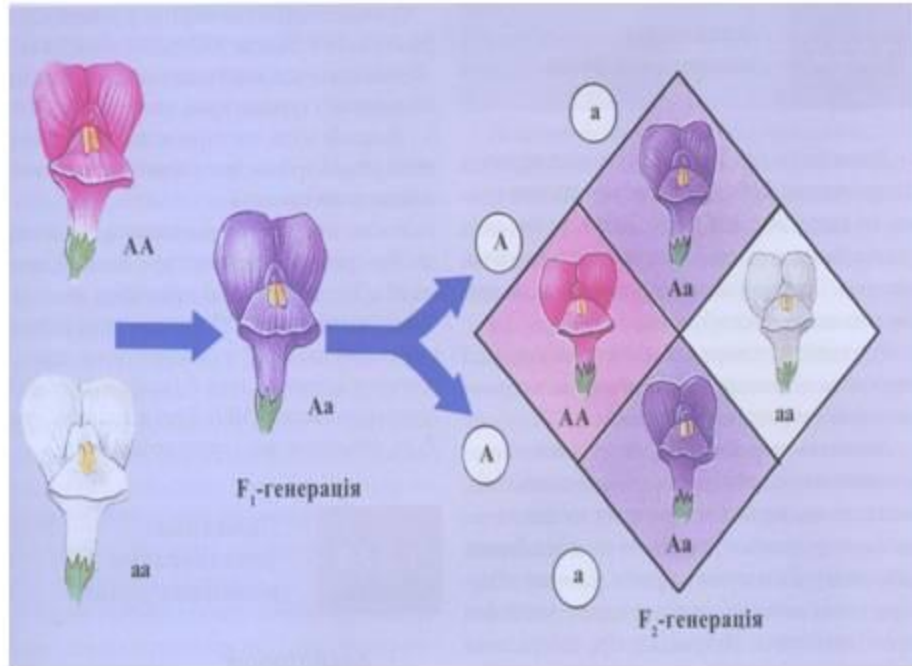




С большим или меньшим отклонением в сторону одного или другого родителя. Примером неполного доминирования является наследование окраски цветков у растений ночной красавицы. Гомозиготные растения имеют либо красные (AA), либо белые (aa) цветки, а гетерозиготные (Aa) - розовые.



# ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ АЛЛЕЛЬНЫМИ ГЕНАМИ



P: ♀ AA x ♂ aa  
G: A a  
F1: Aa

**2. Неполное доминирование** - доминантный аллель в гетерозиготном состоянии не полностью подавляет рецессивный аллель.

**Гетерозиготное состояние является промежуточным по фенотипу между фенотипами доминантной и рецессивной гомозигот**



**Сверхдоминирование** – более сильное проявление признака у гетерозиготной особи, чем у любой из гомозигот.

**Кодоминирование** – участие обоих аллелей в определении признака у гетерозиготной особи. Примером может служить Наследование IV группы крови у человека (AB).



# ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ АЛЛЕЛЬНЫМИ ГЕНАМИ



3. **Сверхдоминирование** - доминантный аллель в гетерозиготном состоянии имеет более выраженное проявление, чем в гомозиготном состоянии

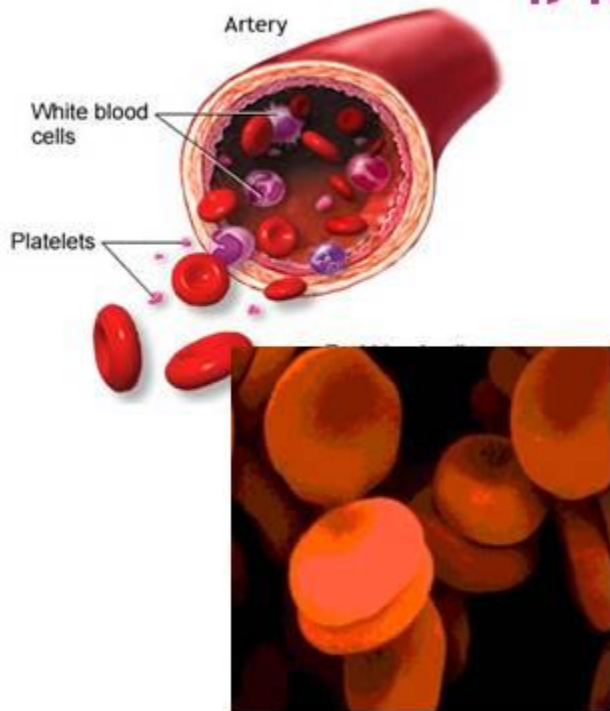
Например: доминантный ген, определяющий брахидактилию (короткие фаланги пальцев). Гомозиготные доминантные особи с генотипом  $AA$  умирают на эмбриональной стадии онтогенеза.

$P: \text{♀ } Aa \text{ (брахидактилия)} \times \text{♂ } Aa \text{ (брахидактилия)}$

$G: A, a \qquad A, a$

$F1: AA \text{ (гибнут)}; Aa; Aa \text{ (брахидактилия)};$   
 $aa \text{ (здоровы)}$

# ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ АЛЛЕЛЬНЫМИ ГЕНАМИ



- 4. Кодоминирование - проявление в гетерозиготном состоянии признаков, определяемых двумя аллелями
- У человека ген, кодирующий группы крови по системе АВО, имеет три аллеля (множественные аллели):  $I^A$ ,  $I^B$  и  $i$ .
- Аллели  $I^A$  и  $I^B$  является кодоминантных.
- Аллель  $i$  является рецессивный.

$$\begin{array}{l}
 P: \quad \text{♀} \quad I^A i \quad \quad \quad \times \quad \quad \quad \text{♂} \quad I^B i \\
 G: \quad \quad I^A, i \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad I^B, i \\
 F1: \quad I^A I^B; \quad I^A i; \quad I^B i; \quad ii \\
 \quad \quad IV \quad \quad II \quad \quad III \quad \quad IV
 \end{array}$$

# Группы крови по системе ABO

Группы крови	Генотипы	Антигены эритроцитов	Антитела плазмы крови
I(0)	$ii$	-	$\alpha, \beta$
II(A)	$I^A I^A, I^A i$	A	$\beta$
III(B)	$I^B I^B, I^B i$	B	$\alpha$
IV(AB)	$I^A I^B$	A, B	-

# ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ НЕАЛЛЕЛЬНЫМИ ГЕНАМИ

- 1. *Комплементарность* (взаимодополнения) - взаимодействие между аллелями двух генов, при которой для формирования признака необходимо наличие нескольких неаллельных генов в доминантном состоянии.
- Нормальный слух обусловлен действием двух неаллельных генов  $D$  и  $E$ , один из которых определяет развитие завитка, а другой - слухового нерва.
- Доминантные гомозиготы ( $DDEE$ ) и гетерозиготы ( $DdEd$ ) по обоим генам имеют нормальный слух, а рецессивные гомозиготы по одному из этих генов - глухие ( $DDee$ ,  $Ddee$ ,  $ddEE$ ,  $ddEe$ )

$P$ : ♀  $DDEE$  (нормальный слух)

$G$ :  $DE$

$F1$ :  $DdEe$  (нормальный слух)

$x$  ♂  $ddee$  (глухие)

$de$

## Взаимодействия двух пар неаллельных генов у человека.

- Задача:** Оба родителя глухие, но по разной паре генов. Какие дети ожидаются в данной семье?
- P:** мать: **AA VV** х отец: **aa VV**  
глухая глухой
- G:** **Av** **aV**
- F:** **AaVv** – нормальный слух
- Все дети в данной семье гетерозиготны, т.е. они имеют оба доминантных гена, которые взаимодействуют и формируют новый признак – нормальный слух.



- **Принцип комплементарного взаимодействия генов**



- **Комплементарность** – это дополнение одним геном действия другого неаллельного гена.
- **Комплементарность** может быть как доминантной, так и рецессивной.

## *Наследование цвета волос - пример комплементарности*



# ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ НЕАЛЛЕЛЬНЫМИ ГЕНАМИ

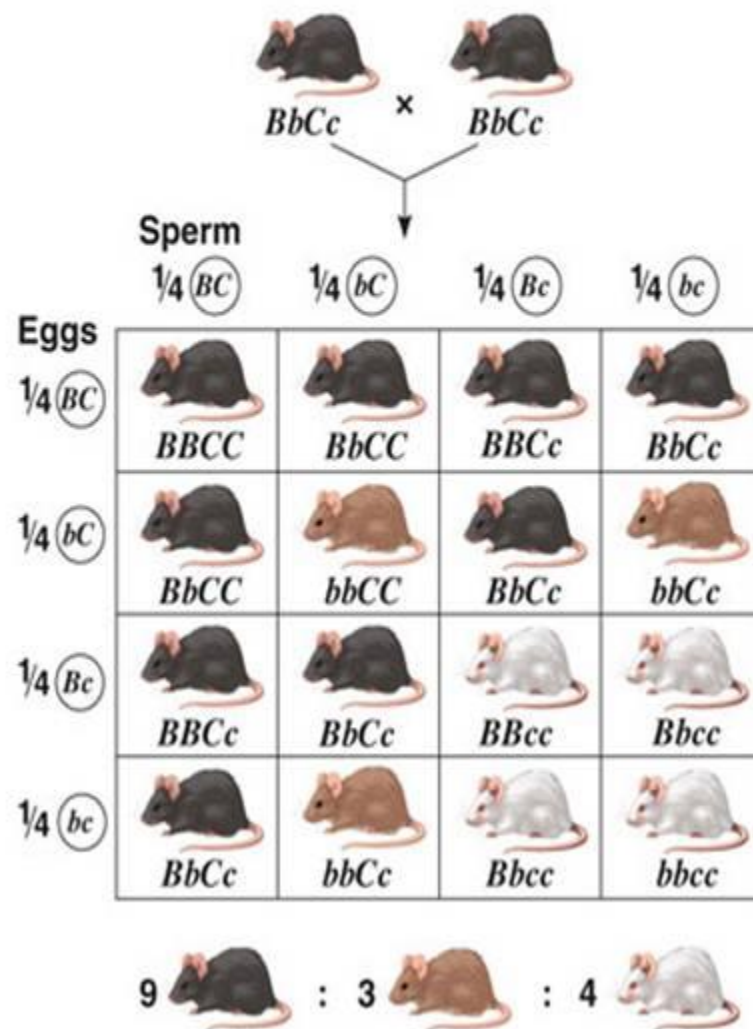


2. Эпистаз - взаимодействие между аллелями двух генов, при которой один ген (эпистатический) подавляет действие другого гена (гипостатическая).

- При эпистатический взаимодействия генов расщепление по фенотипу в F2 составляет 13:3.
- Окраска плодов тыквы, масть лошадей тоже определяются этим типом взаимодействия.

# Эпистаз

- Эпистаз – это форма взаимодействия, при которой один ген подавляет действие другого из другой неаллельной пары. Ген подавитель может быть доминантным и рецессивным.
- Расщепление: 13:3, 12:3:1, 9:3:4



# Эпистаз

- **Эпистаз** – явление при котором один ген препятствует проявлению другого гена.
- Различают **эпистаз доминантный** (один доминантный аллель подавляет проявление другого доминантного аллеля) и **рецессивный эпистаз**.
- Подавляющий ген называют **геном – супрессором** или **ингибитором**, а подавляемый ген – **гипостатическим**.

# Полимерия

- **Полимерия** – явление при котором несколько пар аллельных генов определяют развитие одного признака.
- Чем больше пар аллельных генов действуют в одном направлении, тем интенсивнее развивается признак или свойство.
- При полимерии гены, обозначатся одинаковыми буквами, чтобы подчеркнуть их однонаправленность действия, т.е. при формировании признака важно количество аллелей.

# ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ НЕАЛЛЕЛЬНЫМИ ГЕНАМИ

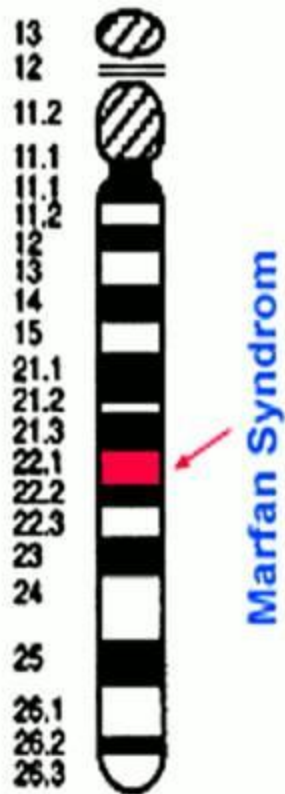
- ◉ *Полимерия* - разные доминантные неаллельные гены действуют на один и тот же признак усиливая его проявление.
- ◉ Признаки, которые определены более чем одним геном называются *полигенными*.
- ◉ Полимерные гены принято обозначать одной буквой латинского алфавита с цифровым индексом A1A1, A2A2, a3a3.
- ◉ Рост, цвет кожи - полигенные признаки у людей.



# Плейотропия

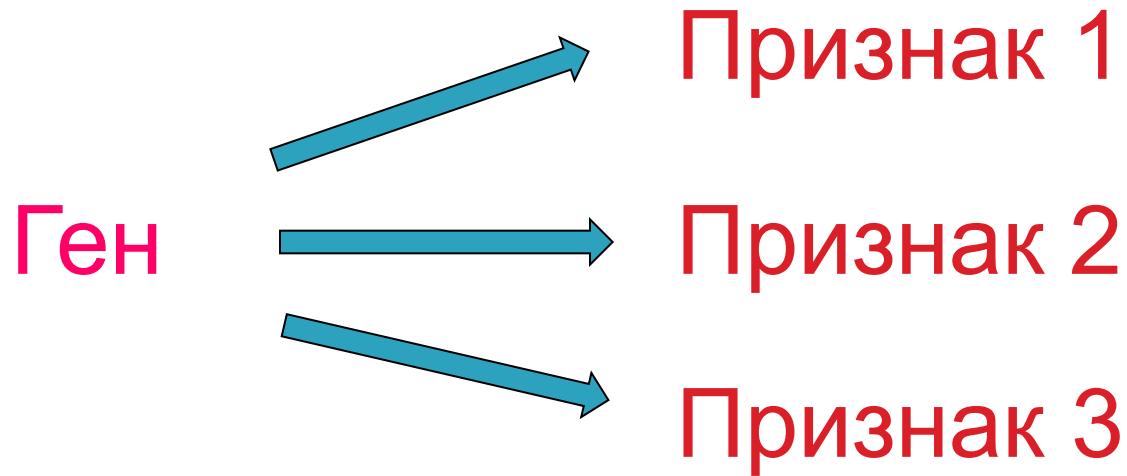


## Chromosom 15

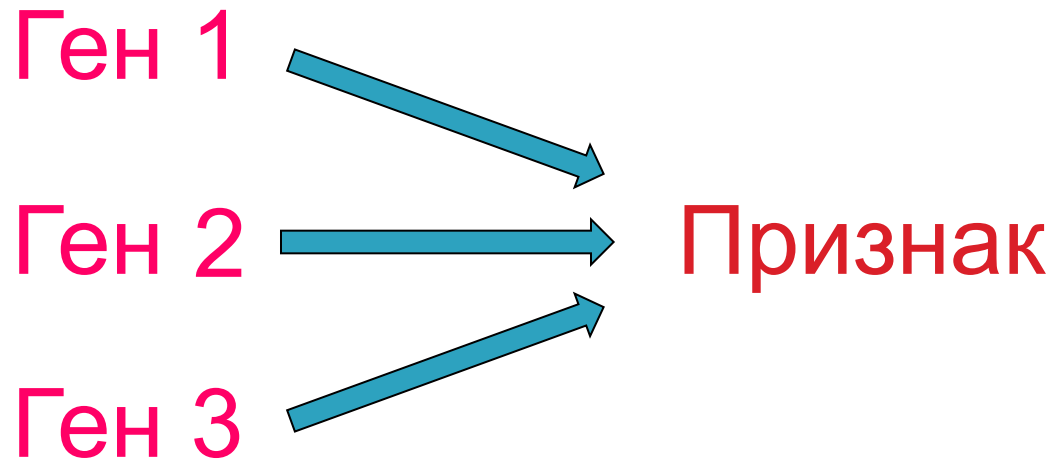


- - зависимость нескольких признаков от одного гена
- Часто индивидуальный аллель имеет более чем один результат влияния на фенотип
- Плейотропия характерна для генетических заболеваний, в которых одинаковый белок присутствует в различных частях тела
- Например: синдром Марфана, аутосомно - доминантное заболевание
- ген локализован в 15q21.1
- дисплазия соединительной ткани, образует хрусталик глаза, аорту, кости конечностей, ребер
- Признаки синдрома Марфана включают подвывих хрусталика, поражения сосудов, длинные конечности, удлинённые пальцы ( арахнодактилия ), длинные " птичье " лицо, сколиоз .





**Плейотропное** (от греч. *pleion* – множество и *tropos* – направление) **или множественное действие гена** – это влияние одного гена на формирование нескольких признаков.



**Взаимодействие генов** – это влияние нескольких генов на развитие одного признака.

# Пенетрантность

- ⦿ Гены, которые контролируют те или иные признаки, могут проявляться в фенотипе не у всех носителей или могут иметь различную степень фенотипического проявления.
- ⦿ Количественный показатель проявления гена в фенотипе - пенетрантность - частота фенотипического проявления гена в популяции особей, являющихся носителями этого гена.

## Выводы:

1. Генотип – это система, взаимодействующих генов.
  2. Целостность этой системы характеризуется взаимосвязью и согласованностью биохимических и физиологических процессов.
  3. Взаимодействуют друг с другом как аллельные, так и неаллельные гены, расположенные в различных локусах одних и тех же и разных хромосом.
- 