

Закономерности наследования признаков

Правила Менделя

Взаимодействие генов



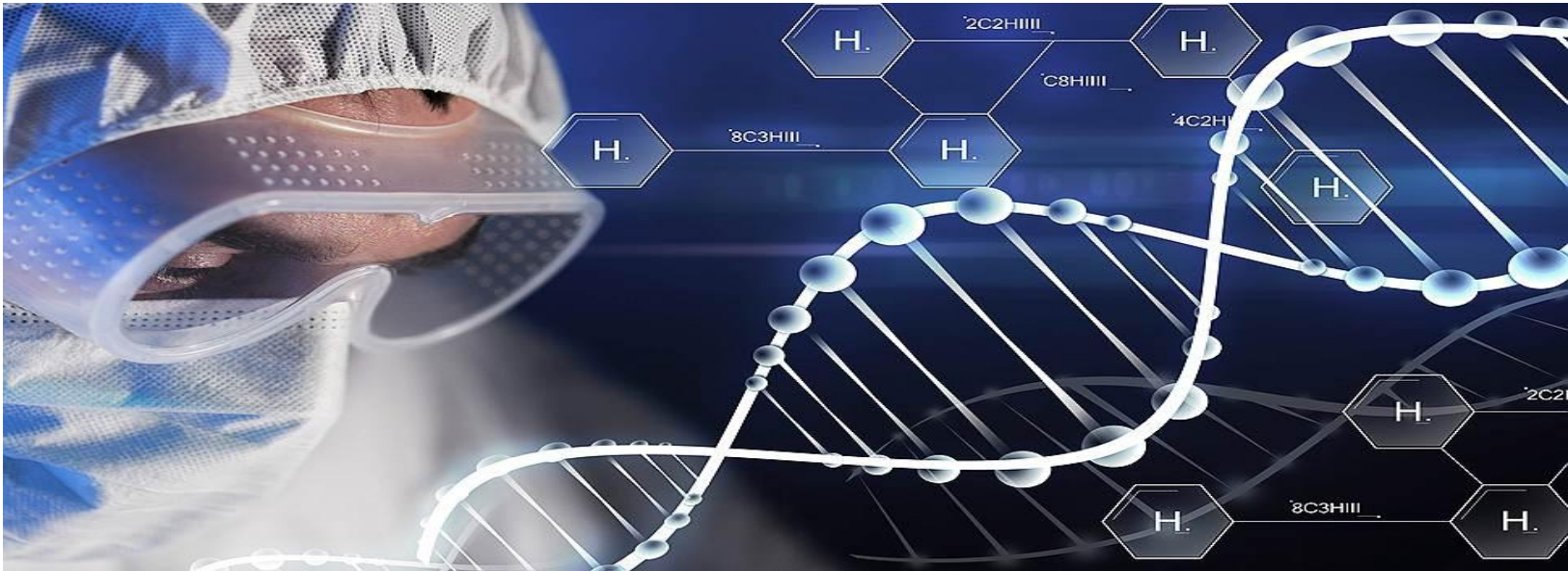
Лекцию подготовила:
к.ф.н., доцент каф. фармацевтического
естествознания Простодушева Т.В.

Определение медицинской генетики



Медицинская генетика — область **медицины**, наука, которая изучает явления наследственности и изменчивости в различных популяциях людей, особенности проявления и развития нормальных и патологических признаков, зависимость заболеваний от генетической предрасположенности и условий окружающей среды.

Основные этапы развития генетики



- I. Организменный уровень** наследственности (основоположник - Г. Мендель 1885 г.)
- II. Клеточный уровень** - цитогенетика (основоположник - Т. Морган 1910г.)
- III. Молекулярный уровень** - молекулярная генетика (возникла с открытием структуры ДНК - 1953 г. Джеймсом Уотсоном американским доктором наук и Френсисом Криком английским аспирантом биофизики Кембриджского университета)

Основные понятия генетики

Наследственность - свойство организмов повторять в ряду поколений сходные признаки и свойства и обеспечивать специфический характер индивидуального развития в определенных условиях среды

Изменчивость - способность организма приобретать новые признаки и свойства

Ген - структурно-функциональная единица наследственности или участок молекулы ДНК, кодирующий информацию о белке (полипептиде)

Геном - совокупность генов, содержащихся в гаплоидном наборе хромосом клетки

Гибридологический метод - это метод скрещивания организмов, отличающихся друг от друга какими-либо признаками, и последующий анализ характера наследования этих признаков у потомства

Гибрид - особь, полученная в результате скрещивания

«Чистые линии» - генотипически однородное потомство, гомозиготное по большинству генов (AA или aa), полученное в результате длительного самоопыления или близкородственного скрещивания

Гаметы - половые клетки организма, имеющие гаплоидный набор хромосом

Основные понятия генетики

Локус гена – строго определенное место гена в хромосоме

Аллельные гены – гены, расположенные в одинаковых локусах гомологичных хромосом и отвечающие за развитие одного признака (обозначаются одной буквой AA, Aa)

Гомологичные хромосомы – парные, одинаковые (по размерам, форме, содержанию генов)

Гомозиготный организм – организм, содержащий в гомологичных хромосомах два одинаковых аллеля одного гена (AA или aa)

Гетерозиготный организм - организм, содержащий в гомологичных хромосомах два разных аллеля одного гена (Aa)

Альтернативные признаки - противоположные

Доминантный признак - преобладающий, подавляющий

Рецессивный признак - подавляемый

Генотип - совокупность всех взаимодействующих генов организма

Фенотип - совокупность всех внешних и внутренних признаков организма; проявление генотипа

Основные понятия генетики


Моногибридное скрещивание - скрещивание, при котором родительские организмы отличаются друг от друга лишь по одному признаку

Дигибридное скрещивание - скрещивание особей, которые отличаются друг от друга по двум признакам

Анализирующее скрещивание - скрещивание особи, генотип которой неизвестен, с особью, гомозиготной по рецессивному гену (а)

Правило выписывания гамет

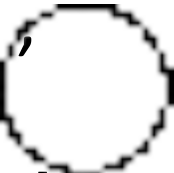





- Правило выписывания гамет: число типов гамет, образуемых организмом
- Определяется по формуле: 2^n , где n - число гетерозигот

1. AA $n = 0$; $2^0 = 1$ тип гамет 

2. Aa $n = 1$; $2^1 = 2$ типа гамет  , 

3. AaBb $n = 2$; $2^2 = 4$ типа гамет  ,  ,  , 

4. AaBbCc $n = 3$; $2^3 = 8$ типов гамет  , 

 ,  ,  ,  ,  , 

Abc , aBc , ABc , abc , AbC , aBc , abc

Вклад Г. Менделя в развитие генетики



Грегор Иоганн Мендель
(1822-1884 г.) – чешский
ботаник

«Опыты над растительными гибридами» (1865 г.)

1. Применил гибринологический метод изучения наследования признаков
2. Использовал математический подход к результатам исследования: установил среднестатистический характер закономерностей наследования
3. Впервые открыл, обосновал и сформулировал основные механизмы наследственности: расщепление и комбинирование наследственных признаков
4. Установил факт несмешиваемости признаков при скрещиваниях («гипотеза чистоты гамет»): новый признак всегда имеет шанс проявиться в фенотипе в неизменном состоянии

Ученые, переоткрывшие законы наследования признаков, установленные Г. Менделем



Хуго Де Фриз
(1848 — 1935г.)
голландский
ботаник



Карл Эрих Корренс
(1864—1933г.)
немецкий биолог,
ботаник, миколог



Эрих фон Чермак
(1871—1962г.)-
австрийский учёный-
генетик

Дата «рождения» генетики 1900 год

Объект изучения Г. Менделя - горох огородный (самоопыляющееся растение)

Особенности :

1. Просто разводить
 2. Короткий период развития
 3. Сорты отличаются друг от друга по целому ряду признаков
 4. Многочисленное потомство
 5. Растения относятся к чистым линиям (организмы гомозиготные)
 6. Имеет большое количество хорошо заметных альтернативных признаков
- Использовал аутобридинг (скрещивание разных сортов чистых линий) и имбридинг (близкородственное скрещивание гибридов первого поколения)



Генетическая схема первого закона единообразия (правила)

| Признак | Ген | P: | ♀ жёлтые | × | ♂ зелёные |
|---------|-----|------------------|----------------|---|-----------|
| жёлтый | A | | AA | | aa |
| зелёный | a | G: | ⊙ A | | ⊙ a |
| | | F ₁ : | 100% жёлтые Aa | | |

Формулировка :

1. При скрещивании двух особей, различающихся по одной паре альтернативных признаков, в первом поколении у гибридов наблюдается единообразие признаков и проявляется доминантный признак

2. При моногибридном скрещивании гомозиготных организмов все поколение будет единообразное как по фенотипу так и по генотипу и нести доминантный признак одного из родителей или промежуточный

Выводы из первого закона (правила) Менделя

За развитие одного признака отвечают два наследственных задатка (два гена)

У гибридов первого поколения из каждой пары альтернативных признаков проявляется только один

Взаимодействие двух наследственных задатков (генов) по полному доминированию Если в первом поколении гибриды единообразны, то родители гомозиготные по генотипу

Генетическая схема второго закона расщепления (правила)

| Признак | Ген | P: | ♀ жёлтые | × | ♂ зелёные |
|---------|-----|------------------|----------|---|-----------|
| жёлтый | A | | Aa | | Aa |
| зелёный | a | G: | (A) (a) | | (A) (a) |
| | | F ₂ : | 3 жёлтые | | 1 зелёные |
| | | | 1 AA | | 2Aa |
| | | | | | 1aa |

Формулировка :

При моногибридном скрещивании гетерозигот наблюдается расщепление у гибридов по фенотипу в соотношении 3:1, по генотипу 1:2:1.

При неполном доминировании гибридов расщепление по генотипу и фенотипу совпадает 1 : 2 : 1

Выводы из закона расщепления (правила)

1. Во втором поколении единообразия гибридов не наблюдается: часть гибридов несет один (доминантный), часть - другой (рецессивный) признак из альтернативной пары
2. Рецессивный признак у гибридов первого поколения не исчезает, а лишь подавляется и проявляется во втором гибридном поколении
3. Количество гибридов, несущих доминантный признак, приблизительно в три раза больше, чем гибридов, несущих рецессивный признак
4. Расщепление признаков в потомстве происходит не случайно в определенном числовом соотношении, а подчиняется определенным количественным закономерностям (если во втором поколении произошло расщепление по фенотипу приблизительно 3:1, то родители гетерозиготные по генотипу)

Явление, при котором часть гибридов второго поколения несет доминантный признак, а часть - рецессивный, называют **расщеплением**

Закон «Чистоты гамет»

Выводы:

1. За формирование признаков отвечают какие-то дискретные наследственные задатки (гены);
2. Организмы содержат два наследственных задатка (гена), определяющих развитие признака;
3. При образовании гамет в каждую из них попадает только один из пары наследственных задатков (генов);
4. При слиянии мужской и женской гамет эти наследственные задатки (гены) не смешиваются (остаются чистыми)

Закон: при образовании половых клеток в каждую гамету попадает только один наследственный задаток

В 1909 году В. Иогансен назовет эти наследственные факторы генами

В 1912 году Т. Морган покажет, что они находятся в хромосомах

Современный вариант закона: гамета не имеет аллельных генов; из пары аллелей в гаметы попадает один ген (подтверждение - мейоз)

Анализирующее скрещивание

- **Анализирующее скрещивание** - скрещивание организма с неизвестным генотипом с гомозиготным организмом по рецессивным аллелям
- Гибридологический метод позволяет установить гомозиготный или гетерозиготный организм, имеющий доминантный фенотип по исследуемому гену (или генам)
- **Результат анализирующего скрещивания**
 1. Расщепления не произошло и все потомство единообразное - неизвестный генотип гомозиготный
 2. Расщепление произошло по фенотипу 1:1- неизвестный генотип гетерозиготный

| | | | |
|------------|----------------------------|---|-----------------------------|
| P | ♀ Aa желтые | × | ♂ aa зеленые |
| Типы гамет | A a | | a |
| F | Aa желтые 50% | | aa зеленые 50% |

Генетическая схема закона независимого комбинирования генов (правила)

| Признак | Ген | P: | ♀ жёлтые, гладкие | x | ♂ зелёные, морщинистые |
|-------------|-----|------------------|-------------------------------|---|------------------------|
| жёлтый | A | | AABB | | aabb |
| зелёный | a | G: | (AB) | | (ab) |
| гладкая | B | F ₁ : | 100% жёлтые, гладкие AaBb | | |
| морщинистая | b | | | | |
| | | P: | ♀ жёлтые, гладкие | x | ♂ жёлтые, гладкие |
| | | G: | (AB) (Ab) (aB) (ab) | | (AB) (Ab) (aB) (ab) |
| | | F ₂ | 9A_B_ : 3A_bb : 3aaB_ : 1aabb | | |

По каждой паре признаков наблюдается независимое расщепление:
12 желтых : 4 зеленые; 12 гладких : 4 морщинистые

Формулировка :

при дигибридном скрещивании дигетерозигот, признаки наследуются независимо и возникают всевозможные (новые) комбинации генов (признаков), дающие расщепление по фенотипу 9:3:3:1

Свободное комбинирование возможно, если гены A и B находятся в разных парах хромосом

Генетическая схема закона независимого комбинирования признаков (Решётка Пеннета)

| Гаметы: ♂ | AB | Ab | aB | ab | |
|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| ♀ | AB желтые гладкие | AABb желтые гладкие | AABb желтые морщинистые | AaBB желтые гладкие | AaBb желтые морщинистые |
| Ab желтые гладкие | AaBB желтые гладкие | AaBb желтые морщинистые | aaBB зеленые гладкие | aaBb зеленые морщинистые | |
| aB желтые гладкие | Aabb желтые морщинистые | aaBb зеленые морщинистые | aabb зеленые морщинистые | | |
| ab желтые гладкие | | | | | |

Расщепление по фенотипу $(3 : 1)^2 = 9:3:3:1$

желтые, гладкие 9/16, желтые, морщинистые 3/16, зеленые, гладкие 3/16, зеленые, морщинистые 1/16.

Расщепление по генотипу
4:2:2:2:2:1:1:1:1

AaBb – 4/16,
AABb – 2/16,
AaBB – 2/16,
Aabb – 2/16,
aaBb – 2/16,
AABB – 1/16,
Aabb – 1/16,
aaBB – 1/16,
aabb – 1/16..

Менделирующие признаки

Менделирующие признаки - признаки, наследуемые по законам Г. Менделя, т.е. моногенно и по типу полного доминирования

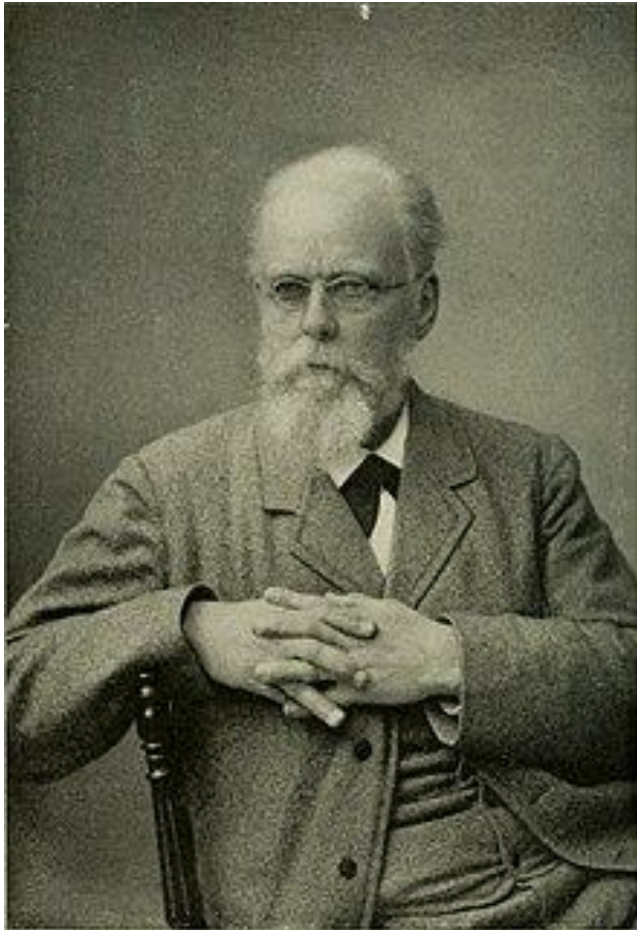
Менделирующие признаки человека

| Признак | Доминантная аллель | Рецессивная аллель |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Цвет глаз | карие | голубые или серые |
| Цвет волос | темные | светлые |
| Форма волос | вьющиеся | прямые |
| Облысение | раннее | нормальный срок |
| Цвет кожи | темная | светлая |
| Нарушения зрения | близорукость | норма |
| | дальнозоркость | норма |
| Ушные мочки | свободные | приросшие |
| Форма губ | толстые | тонкие |
| Форма глаз | большие | маленькие |
| Форма ресниц | длинные | короткие |
| Давление | гипертония | Норма |

У человека таких признаков- 2300

Г. Мендель открыл **моногенное наследование признаков** (один признак контролируется одной парой аллелей у организма)
Полигенное наследование признаков- за один признак у организма отвечают несколько пар неаллельных генов (любой фермент, состоящий из различных белковых субъединиц)

Август Вейсман (1834- 1914г.)- немецкий зоолог



Основываясь на закономерностях деления клеток, пришел к заключению о том, что хромосомы носители наследственности

Выдвигает принцип невозможности передачи по наследству благоприобретенных признаков

Концепция гибридогенеза (1914г.)

Ян Паулуc Лотси (1867-1931г.)



Новые виды возникают в результате комбинации генов

(адаптация организмов сводится к механическому отбору удачных гомозиготных вариаций)

Все новые более совершенные признаки возникают только путем комбинирования генов, имевшихся уже у примитивных организмов..

Голландский ботаник
Труд : «Эволюция путем
гибридизации» 1916г.

Закон Харди— Вайнберга- закон генетического равновесия (1908—1909г.)



В идеальных популяциях соотношение частот аллелей в генофонде остается неизменным из поколения в поколение при отсутствии давления факторов окружающей среды

Частоты встречаемости трех возможных генотипов AA, aa и Aa в составе популяции можно описать следующим уравнением:

$$p^2AA + 2pAqa + q^2aa = 1, \text{ где}$$

$$0,25AA + 0,5Aa + 0,25aa = 1 \Rightarrow 0,25A \quad 0,25A \\ 0,25a \quad 0,25a \text{ типы гамет} \Rightarrow 0,5A = 0,5a$$

-состояние равновесия

существование рецессивных аллелей преимущественно в гетерозиготном Состоянии

ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕНОВ

I Взаимодействие аллельных генов:

- полное доминирование
- неполное доминирование
- сверхдоминирование
- кодоминирование
- аллельное исключение
- межаллельная комплементация

II Взаимодействие неаллельных генов:

- комплементарность
- эпистаз: а) доминантный, б) рецессивный
- полимерия
- плейотропия

Взаимодействие аллельных генов

Полное доминирование

Полное доминирование - полное преобладание в фенотипе гетерозиготного организма одного аллеля (доминантного) над другим (рецессивным) одного и того же гена

- У гетерозиготы Aa - действие гена a не проявляется (это менделирующий признак)

Например:

1. полидактилия (шестипалость); ген D контролирует число лучистых костей, которые образуются в эмбриональных зачатках кистей рук и стопы ног Dd
2. Резус - фактор (Rh-фактор) - антиген, содержащийся в эритроцитах человека и макаки - резус; наследуется по доминантному типу DD или Dd

Взаимодействие аллельных генов

Полное доминирование

Признаки человека

| Доминантные | Рецессивные |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">▶ Курчавые волосы▶ Карие глаза▶ Нерыжие волосы▶ Раннее облысение▶ Веснушки▶ Низкий голос у мужчин и высокий голос у женщин▶ Близорукость | <ul style="list-style-type: none">▶ Прямые волосы▶ Голубые или серые глаза▶ Рыжие волосы▶ Норма▶ Отсутствие веснушек▶ Высокий голос у мужчин и низкий голос у женщин▶ Норма |

Взаимодействие аллельных генов

Неполное доминирование

Неполное доминирование – фенотипическое проявление обоих аллельных генов в гетерозиготном организме

Связано с промежуточным проявлением признака при гетерозиготном состоянии аллелей(Aa).

Например:

а) AA - большой нос

aa - маленький нос

Aa - нормальный нос средних размеров;

по этому типу у человека наследуются выпуклость губ, размеры рта и глаз, расстояние между глазами;

б) у ночной красавицы: AA - красный цвет цветков

aa - белый цвет цветков

Aa - промежуточный розовый цвет цветков

в) заболевание у человека - микрофтальмия глаз:

AA - нормальное глазное яблоко

aa - отсутствие глазного яблока

Aa - микрофтальмия.

Взаимодействие аллельных генов: неполное доминирование у человека

| Доминантный признак | Рецессивный признак | Признак у гетерозиготы |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Нормальный гемоглобин | Серповидно-клеточная анемия | Часть эритроцитов серповидная |
| Курчавые волосы | Прямые волосы | Волнистые волосы |
| Талассемия | Нормальное строение гемоглобина | Легкая форма талассемии |
| Брахидактилия | Норма | Укороченные пальцы |
| Большой нос | Маленький нос | Средний нос |
| Нормальный размер глаз | Отсутствие глазных яблок | Уменьшенные глаза |

Взаимодействие аллельных генов

Сверхдоминирование

Сверхдоминирование - доминантный аллель в гетерозиготном состоянии проявляется в фенотипе сильнее, чем в гомозиготном

($Aa > AA$)

Например:

1. Действие летальных генов (серповидноклеточная анемия в условиях заражения малярией: здоровая особь AA гибнет от малярии, особь Aa - рецессивный аллель a (серповидноклеточная анемия) защищает организм от заболевания малярией, гомозиготы aa умирают от анемии)
2. Жизнеспособность
3. Общая продолжительность жизни
4. Рост

Взаимодействие аллельных генов

Кодоминирование

Кодоминирование - в фенотипе гетерозиготного организма проявляются оба аллеля одного и того же гена

Каждый аллель детерминирует свой признак, в результате образуется новый признак

Например:

четвёртая группа крови человека (генотип $I^A I^B$): в эритроцитах крови одновременно имеются антиген А ($I^A I^A$ или $I^A I^0$), характерный для II группы крови, и антиген В (аллель $I^B I^B$ или $I^B I^0$), свойственный III группе крови. Их отсутствие ($I^0 I^0$) в крови человека определяет формирование I группы крови.

Аллели I^A и I^B — кодоминантные и оба гена реализуются в признак

Кодоминирование и неполное доминирование фенотипически схожи, но имеют различные механизмы проявления

Кодоминирование - полноценное проявление двух аллелей; неполное доминирование - доминантный аллель не полностью подавляет рецессивный, генотипы различаются степенью выраженности признака.

✓ Взаимодействие аллельных генов

Аллельное исключение

Аллельное исключение - в различных клетках организма наблюдается активность одного аллеля, а второй «выключен»

В различных клетках кожи может быть инактивирована либо одна, либо другая хромосома – наблюдается мозаицизм в расположении потовых желез на коже

Например:

1. Ген, контролирующий образование потовых желез в коже человека находится в X хромосоме

A - нормальные потовые железы

a - отсутствие потовых желез

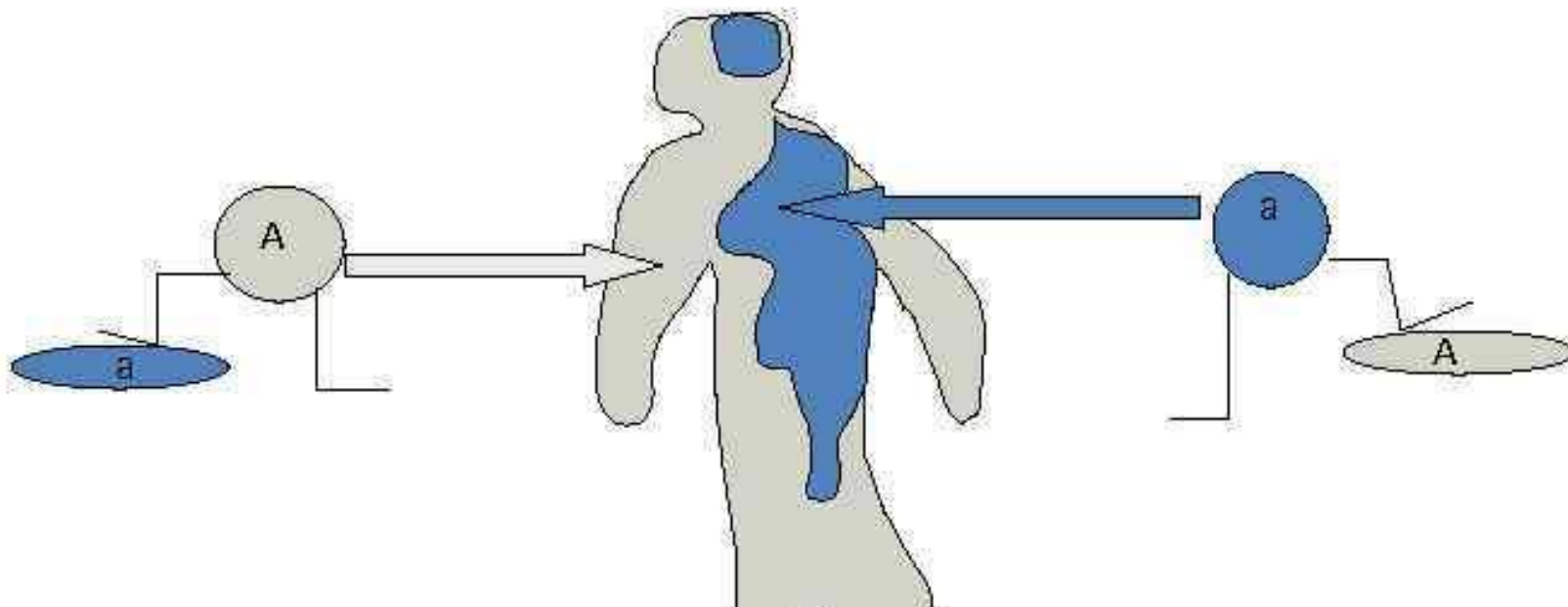
XAХа – в одной X хромосоме – нормальные потовые железы

XAХа – в другой X хромосоме – инактивация(спирализация хромосомы в виде тельца Барра)- отсутствие потовых желез

2. Избирательная инактивация генов, кодирующих синтез определенных антител в организме

Аллельное исключение

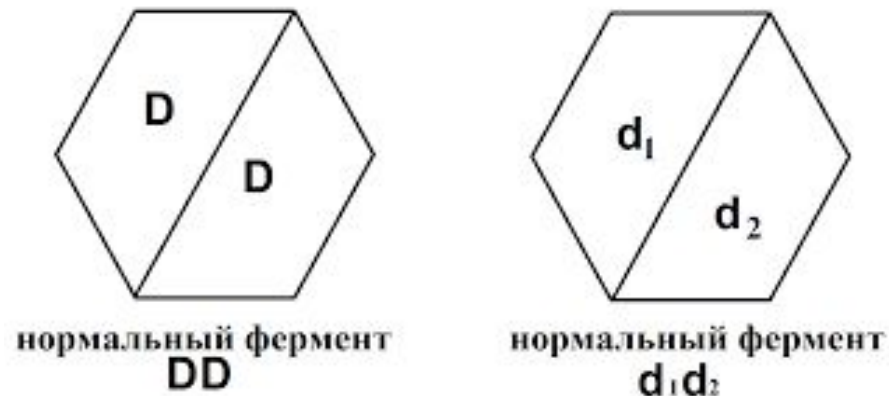
- В одних клетках тела доминирует один аллель, в других – другой. (организм имеет мозаичный фенотип)



Взаимодействие аллельных генов

Межаллельная комплементация

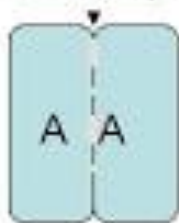
- Межаллельная комплементация – два мутантных аллеля совместно могут обеспечить нормальный фенотип
- Такое взаимодействие проявляется на уровне объединения белковых молекул, образующих единый фермент



Межаллельная комплементация – редкий вид взаимодействия

- Наблюдается у генов, кодирующих белки с **четвертичной** структурой, т.е. состоящие из нескольких субъединиц, и определяется их пространственной конфигурацией.
- Пусть аллель A – норма, a и a' – разные мутации

Активный центр белка

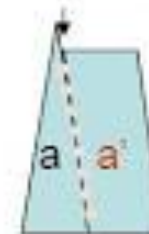


норма



Гомозиготы по мутациям a и a' , активный центр не функционирует

Активный центр



Гетерозигота aa'

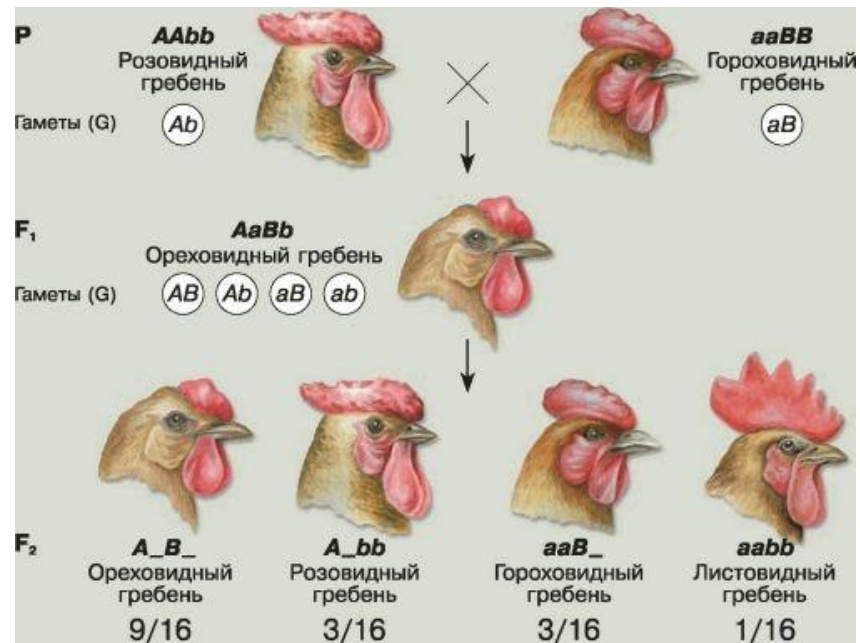
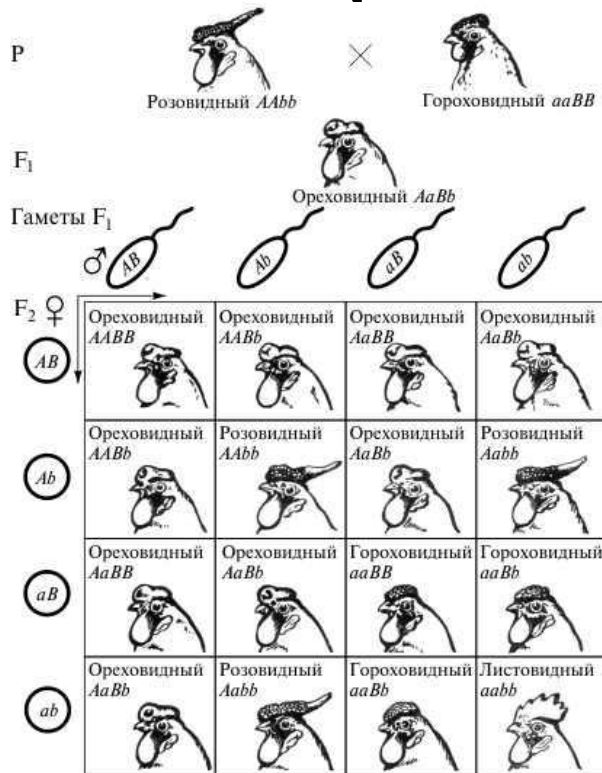
 MyShared

Взаимодействие неаллельных генов

Комплементарность

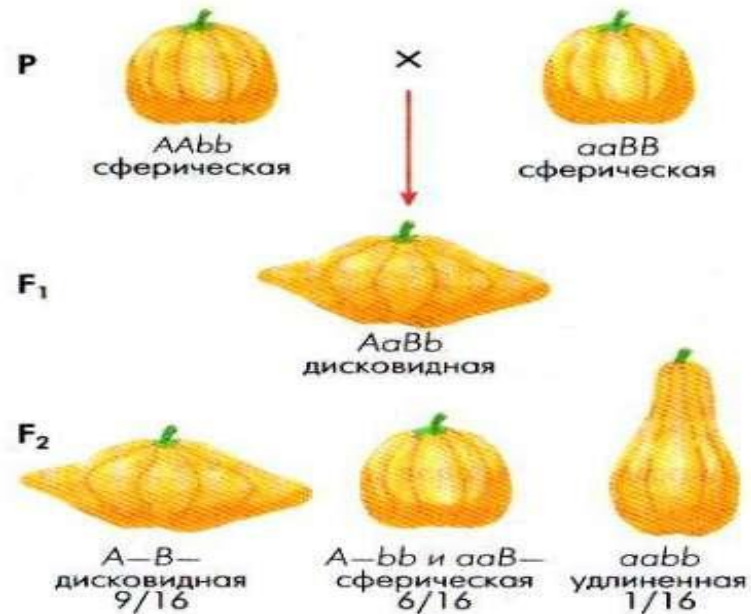
- Неаллельные гены расположены в различных локусах различных хромосом
- **Комплементарность (взаимодополнение)** — взаимодействие неаллельных генов, в результате которого проявляется новый признак, не определявшийся ни одним, ни другим геном
- **Типы комплементарности**
- Развитие нового признака организма определяется доминантными генами из различных пар хромосом, каждый из которых не имеет самостоятельного фенотипического проявления
- Один из доминантных генов способен к самостоятельному фенотипическому проявлению
- Доминантные гены из разных пар хромосом, каждый из которых имеет собственное фенотипическое проявление.

Наследование формы гребня у кур при взаимодействии двух пар генов (комплементарность)



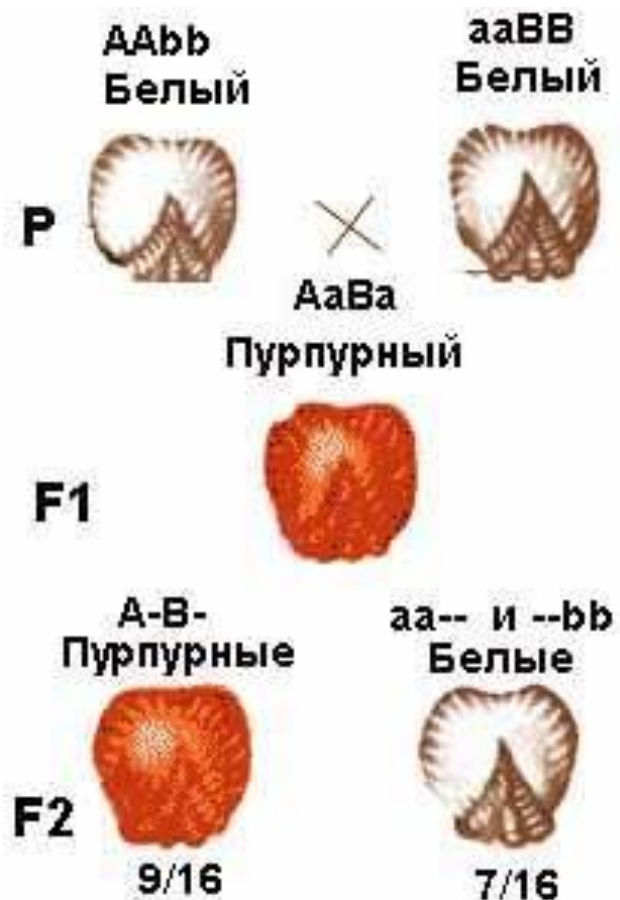
В доминантном состоянии каждый ген имеет свое фенотипическое проявление. При попадании в генотип двух доминантных генов $AaBb$ формируется новый признак- ореховидный

Комплементарность



Комплементарное взаимодействие генов, определяющих форму плода тыквы (соотношение 9 : 6 : 1)

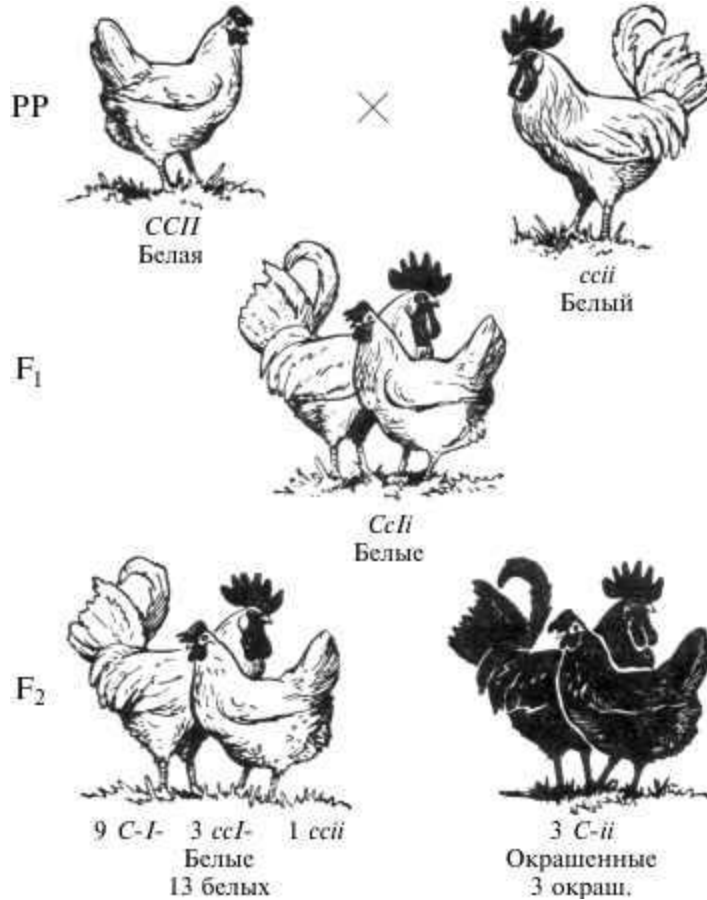
Окраска цветков у душистого горошка (комплементарность)



Эпистаз

- **Эпистаз** - взаимодействие неаллельных генов, при котором один ген подавляет действие гена из другой (неаллельной) пары
- Подавляющий ген называется **эпистатическим**, или **супрессором (ингибитором)**, подавляемый - **гипостатическим**
- Если ингибитор доминантный, эпистаз называют доминантным ($A > B$)
- Если ингибитор рецессивный, эпистаз — рецессивный ($aa > B_$ или $aa > bb$)

Наследование окраски у кур при взаимодействии двух пар генов (доминантный эпистаз)



- Возможные генотипы и фенотипы:
- *C-I-* - белые куры (подавление)
- *ccii* (*ccil*) - белые (нет пигмента)
- *C-ii* - черные

Рецессивный эпистаз

- Бомбейский феномен - рождение ребенка с четвертой группой крови $I^A I^B$ у родителей с первой и второй группами крови

P.: ♀ $xx \mid I^B I^0$ → ♂ $Xx \mid I^A I^A$

G: $x \mid I^B$ $x \mid I^0$ $X \mid I^A$

F₁: $Xx \mid I^A I^B$ $Xx \mid I^A I^0$

«Бомбейский феномен»

- У человека изучен один вид эпистаза. Это рецессивный эпистаз
- **I - IO IO**
- **II - IA IA, IAIO - I гр. фенотипически**
- **III - IB IB, IB IO - I гр. фенотипически**
- **IV - IA IB**
- Однако существует редкий эпистатический ген (фφ), который в гомозиготном рецессивном состоянии подавляет все доминантные аллели II и III групп крови.
- Вследствие этого у людей, имеющих этот ген, фенотипически проявляется первая группа крови.
IA IA фφ, IA IO фφ, IB IB фφ, IB IO фφ

9:3:4

Рецессивный эпистаз

н наследование окраски луковиц



Ген окраски $\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow V\text{-красная} \\ \rightarrow v\text{-желтая} \end{array} \right.$
 i – эпистатический ген

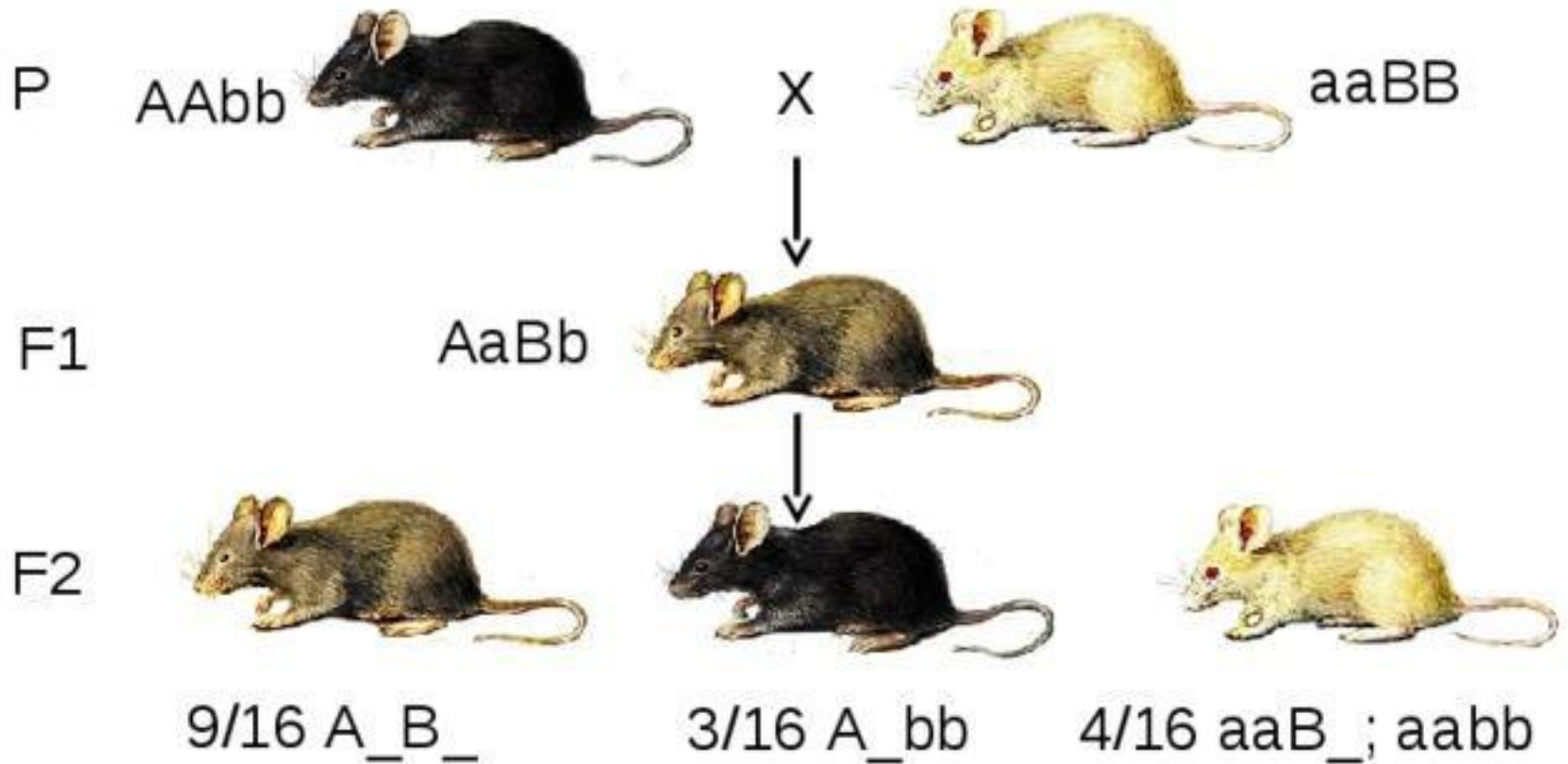
Генотип $\left\{ \begin{array}{l} \rightarrow I_vv\text{-желтая} \\ \rightarrow iiV_ \text{- белая} \\ \rightarrow I_V_ \text{- красная} \\ \rightarrow ii vv \text{ – белые} \end{array} \right.$

P $IiVv \times iiVV$

F₁ $IiVv$
красные

F₂ 9 красные:3 желтые:4 белые

Рецессивный эпистаз



A - пигмент, a – отсутствие пигмента и в гомозиготном состоянии подавляет действие гена B.

B - неравномерное распределение пигмента по длине волоса, b – равномерное распределение пигмента .

Полимерное действие генов

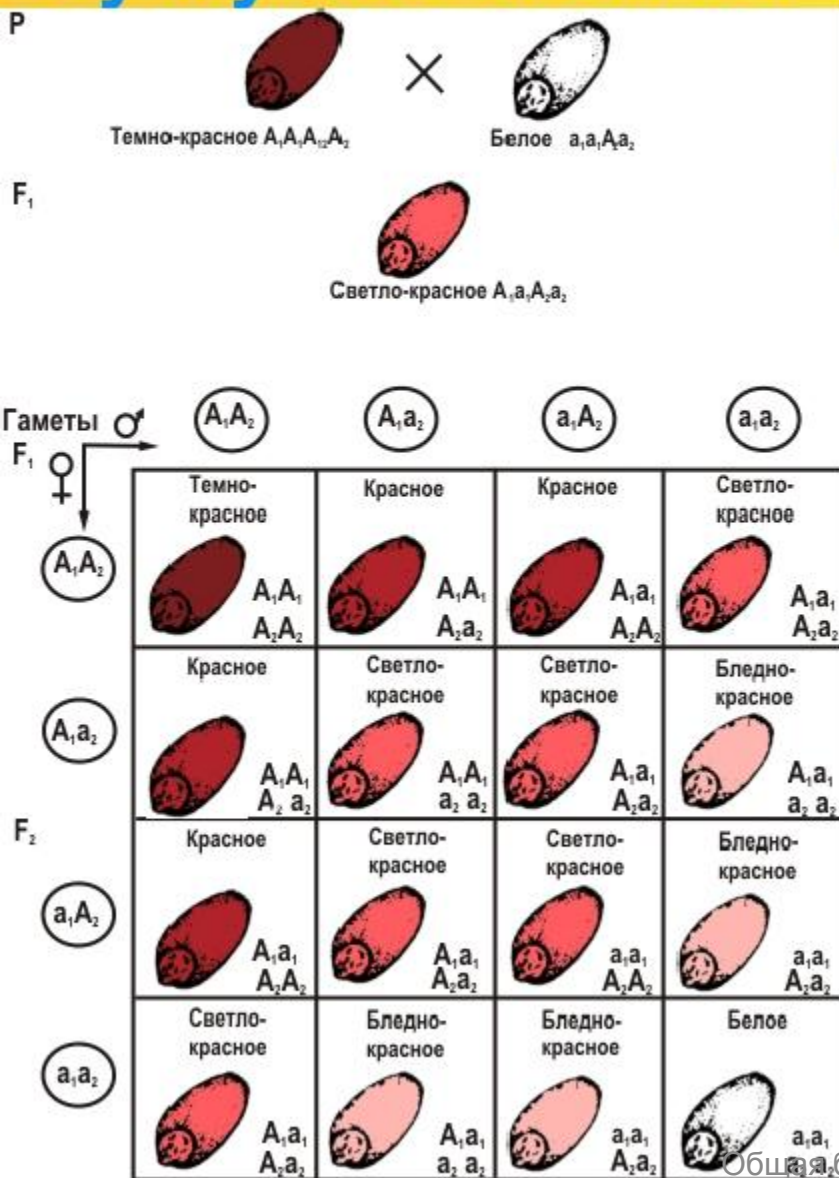
Полимерия - взаимодействие неаллельных генов, при котором один и тот же признак контролируется несколькими доминантными неаллельными генами, действующими на этот признак однозначно и в равной степени, усиливая его проявление

Такие однозначные гены называют **полигенами (полимерными)** и обозначают одной буквой латинского алфавита, но с разными цифровыми индексами (A_1, A_2, A_3 и т. д., рецессивные - a_1, a_2, a_3 и т. Д)

Виды полимерии:

- **кумулятивная** (наследование, при котором с увеличением дозы доминантных генов усиливается степень выраженности признака, - цвет кожи, рост, масса, яйценоскость кур, жирность молока, содержание витаминов у растений - характерна для наследования количественных признаков)
- **некумулятивная** (степень выраженности признака не зависит от количества доминантных генов с однозначным фенотипическим проявлением, признак развивается в полной мере при наличии хотя бы одного гена)

Кумулятивная полимерия



1/16 – наличие всех четырех доминантных аллелей $A_1A_1A_2A_2$ – самая интенсивная окраска

4/16 – три доминантных аллели (типа $A_1A_1A_2a_2$)

6/16 – две доминантных аллели (типа $A_1a_1A_2a_2$)

4/16 – одна (типа $A_1a_1a_2a_2$)

1/16 – гомозиготна по обоим рецессивным признакам ($a_1a_1a_2a_2$) – неокрашена

$1+4+6+4+1 = 16$ отражает изменчивость признака окраски у зерна пшеницы в зависимости от числа доминантных аллелей в генотипе

Пример кумулятивной полимерии

Цвет кожи

$A_1 A_1 A_2 A_2 A_3 A_3 A_4 A_4$

человек с черной кожей

$a_1 a_1 a_2 a_2 a_3 a_3 a_4 a_4$

человек с очень белой кожей

$A_1 A_1 A_2 A_2 A_3 A_3 a_4 a_4$

человек со смуглой кожей

чем больше в генотипе доминантных генов, тем интенсивнее признак

Некумулятивная полимерия

♀

 $a_1a_1a_2a_2$
 неоперенные ноги

♂

 $A_1A_1A_2A_2$
 оперенные ноги

♀ ♂

 $A_1a_1A_2a_2$
 оперенные ноги

♀ ♂

 $9A_1-A_2-, 3A_1- a_2a_2, 3a_1a_1A_2-$
 оперенные ноги
 15/16

♀ ♂

 $1 a_1a_1a_2a_2$
 неоперенные ноги
 1/16

Плейотропия

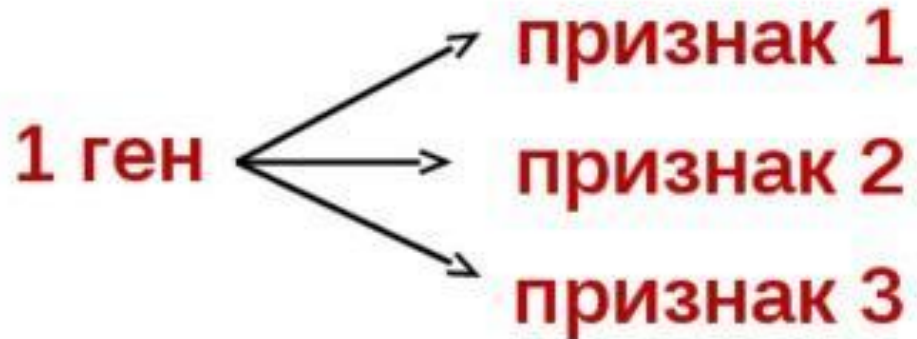
Плейотропия - явление множественного действия гена (один ген влияет на несколько фенотипических признаков)

Пример:

один белок-фермент, образующийся под контролем одного гена, определяет развитие не только данного признака, но и воздействует на вторичные реакции биосинтеза других признаков и свойств, вызывая их изменения (синдром Марфана)

Плейотропные гены

— гены, влияющие сразу на несколько признаков.



- Ген **W** (*White*) кошек – белый цвет, голубые глаза, глухота.
- Блокирует миграцию стволовых клеток меланоцитов к коже
- В норме слуховые рецепторы возникают из тех же стволовых клеток, что и меланоциты → их отсутствие влечет глухоту.

Правила при решении генетических задач

Правило первое. Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в их потомстве наблюдается расщепление признаков, то эти особи гетерозиготные

Правило второе. Если в результате скрещивания особей, отличающихся фенотипически по одной паре признаков, получается потомство, у которого наблюдается расщепление по этой же паре признаков, то одна из родительских особей гетерозиготная, а другая – гомозиготная по рецессивному признаку.

Правило третье. Если при скрещивании фенотипически одинаковых особей (по одной паре признаков) в первом поколении гибридов происходит расщепление признаков на три фенотипические группы в отношениях $1:2:1$, то это свидетельствует о неполном доминировании и о том, что родительские особи гетерозиготные.

Правило четвертое. Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в потомстве происходит расщепление признаков в соотношении $9:3:3:1$, то исходные особи были дигетерозиготные.

Правило пятое. Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в потомстве происходит расщепление признаков в соотношении $9:3:4$, $9:6:1$, $9:7$, $12:3:1$, то это свидетельствует о взаимодействии генов, а расщепление в отношениях $12:3:1$, $13:3$ и $15:1$ – об эпистатическом взаимодействии генов.

Полигибридное скрещивание (формулы)

$(3 : 1)^2$ – расщепление по фенотипу

$(1 : 2 : 1)^2$ – расщепление по генотипу

2^n – количество типов гамет

2^n – количество фенотипических классов

3^n – количество генотипических классов

4^n – число возможных комбинаций, сочетаний гамет

где n – число аллелей, пар признаков

- **Спасибо за
внимание!**