

# Законы Грегора Менделя



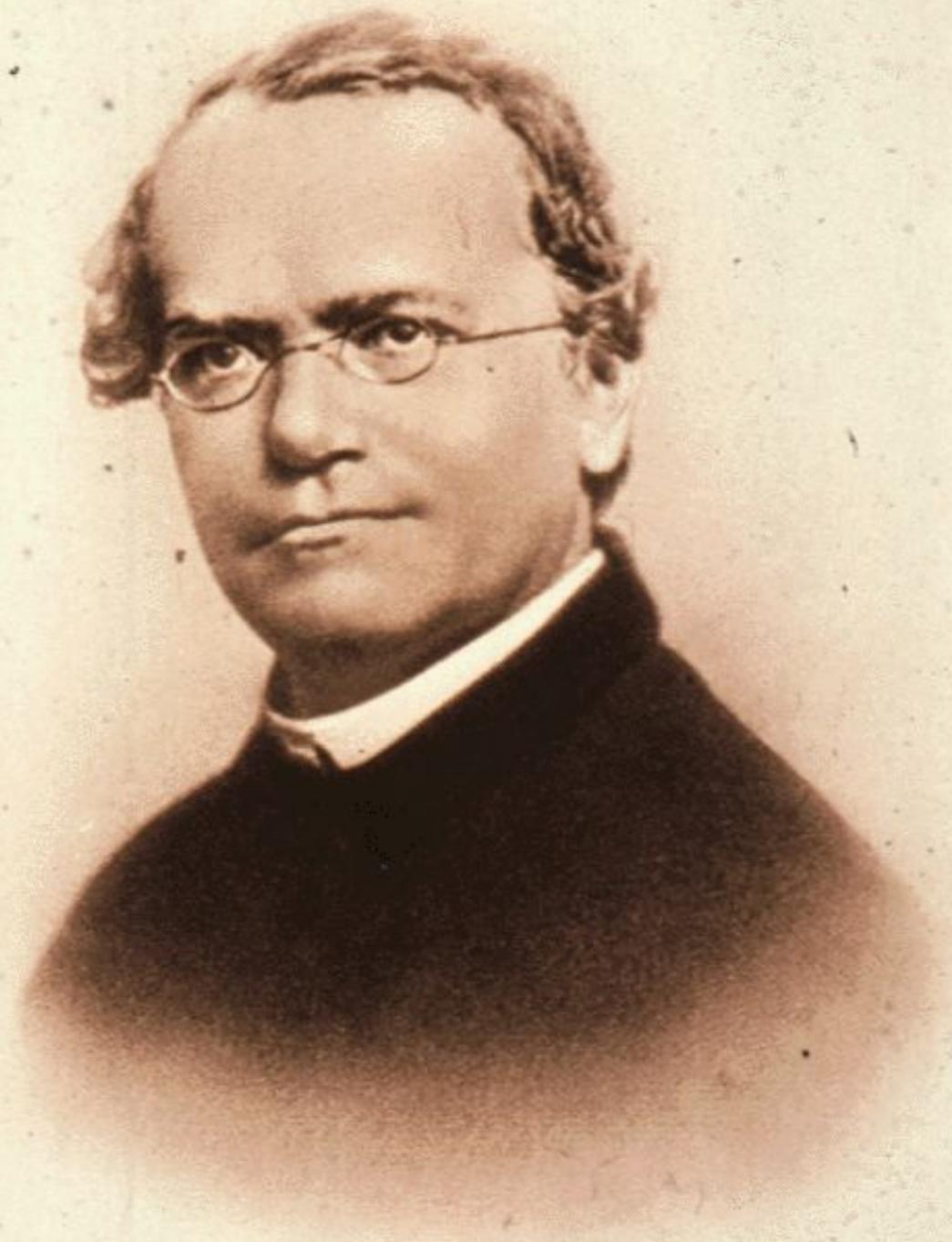


# Задачи урока:

- Продолжить знакомство с основными генетическими понятиями и терминами.
- Учиться правильно раскрывать сущность основных понятий генетики.
- Познакомиться с опытами Г.Менделя
- Изучить закономерности наследования: единообразии гибридов первого поколения, расщепление признаков у гибридов второго поколения, неполное доминирование, независимое расщепление

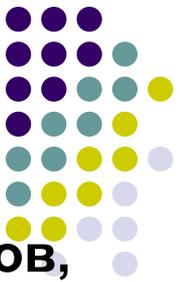
***Грегор  
Мендель***

***(1822 - 1884г.г.)***

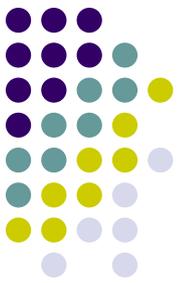


# Грегор Мендель (1822 – 1884 гг.) -

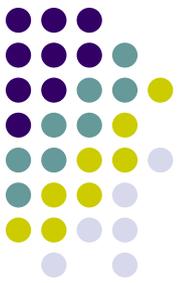
выдающийся чешский учёный. Основоположник генетики. Впервые обнаружил существование наследственных факторов, впоследствии названных генами.



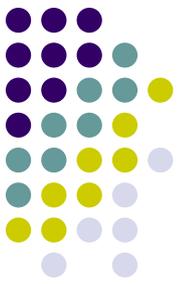
Мендель родился в крестьянской семье. Отсутствие средств для продолжения учения и желание посвятить себя педагогической деятельности, побудили Менделя стать послушником Августинского монастыря в городе Брно (Чехословакия). После двухлетнего пребывания в Венском университете, где он увлечённо изучал физику, химию, высшую математику, зоологию и ботанику, в 1856-1863 гг. в монастырском саду Мендель проводил свои классические опыты по скрещиванию гороха. **Результаты исследований он доложил на заседании Общества естествоиспытателей в 1865 г. в Брно, а в 1866 г. Опубликовал небольшую книгу «Опыты над растительными гибридами».** Однако гениальная работа Менделя была принята скептически его современниками учёными.



- В 1900 г. \_\_\_\_\_ в Голландии, \_\_\_\_\_ в Германии и \_\_\_\_\_ в Австрии независимо друг от друга «переоткрыли» законы наследования признаков, установленные Г. Менделем. \_\_\_\_\_ год считается официальной датой рождения относительно молодой науки – \_\_\_\_\_.



- В 1900 г. **Гуго Де Фриз** в Голландии, **Карл Корренс** в Германии и **Эрих Чермак** в Австрии независимо друг от друга «переоткрыли» законы наследования признаков, установленные Г. Менделем. **1900 г.** считается официальной датой рождения относительно молодой науки – **генетики.**



# Особенности опытов Менделя

- Использование **чистых линий** (растений, в потомстве которых при самоопылении не наблюдается расщепление по изучаемому признаку)
- Наблюдение за наследованием **альтернативных признаков (7 признаков у гороха)**
- **Точный количественный учёт** и математическая обработка данных (20 000 подсчетов)
- Наблюдение за наследованием многообразных признаков не сразу в совокупности, а **лишь одной пары**

# Почему - горох?



- Легко выращивать, имеет короткий период развития – в условиях Чехии можно получить несколько поколений за один год.
- - Имеет многочисленное потомство.
- - Горох – строгий самоопылитель,
- - Много сортов, чётко различающихся по ряду признаков. Сорта гороха отличаются друг от друга хорошо выраженными наследственными признаками.
- - Самоопыляющееся растение – растение происходит внутри одного цветка. Его репродуктивные органы защищены от проникновения пыльцы с цветков другого растения.
- - Возможно искусственное скрещивание сортов. Возможно удаление тычинок и перенос пыльцы от растений другого сорта с целью получения гибридных семян.
- Гибриды плодови́ты, что позволяет следить за ходом наследования признаков в поколениях.

# Значение работ Г.Менделя

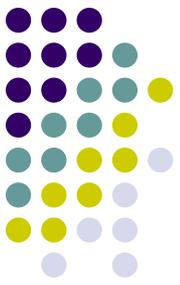


- Во-первых, он создал научные принципы описания и исследования гибридов и их потомства (какие формы брать в скрещивание, как вести анализ в первом и втором поколении) . **Основал гибридологический метод**
- Мендель разработал и применил **алгебраическую систему символов и обозначений признаков**, что представляло собой важное концептуальное нововведение.
- Мендель сформулировал два основных принципа, или закона наследования признаков в ряду поколений (**единообразия первого поколения и расщепления во втором поколении**) позволяющие делать предсказания наследования признаков.

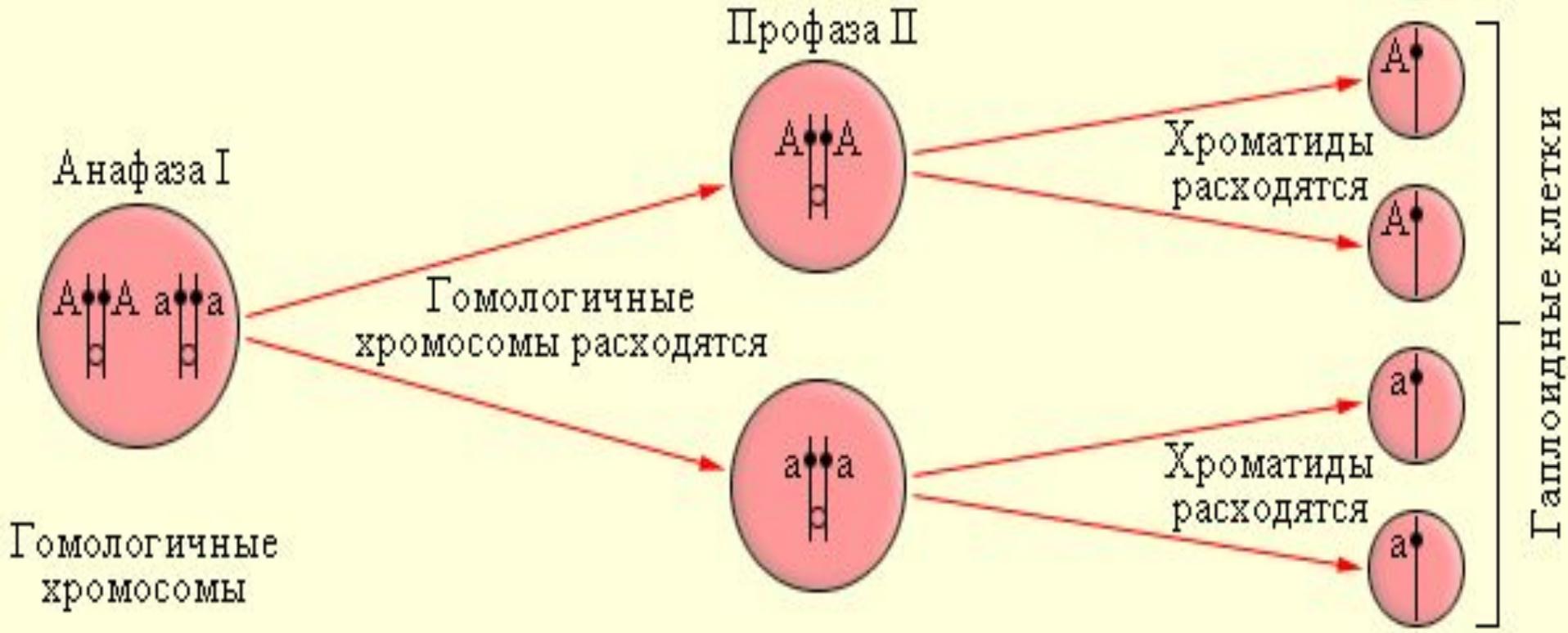


- Мендель одним из первых в биологии использовал точные количественные методы для анализа данных. На основе знания теории вероятностей он понял необходимость анализа большого числа скрещиваний для устранения роли случайных отклонений.

- Мендель высказал **идею дискретности и бинарности наследственных задатков**: каждый признак контролируется материнской и отцовской парой задатков (или генов, как их потом стали называть), которые через родительские половые клетки передаются гибридам и никуда не исчезают.
- Задатки (гены) признаков **не влияют друг на друга**, но **расходятся** при образовании половых клеток и затем **свободно комбинируются** у потомков (законы расщепления и комбинирования признаков, закон чистоты гамет).
- Парность аллельных генов, гомологичность хромосом, двойная спираль ДНК — вот логическое следствие и магистральный путь развития генетики 20 века на основе работ Менделя



# Цитологические основы



**Правило чистоты гамет**: при образовании половых клеток в каждую гамету попадает только один ген из аллельной пары

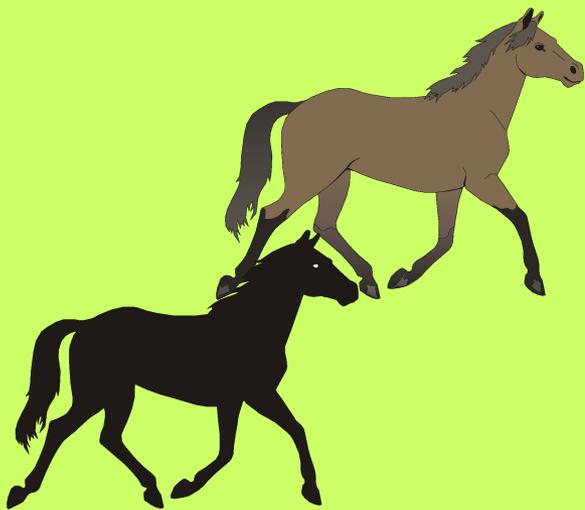
# Гипотеза чистоты гамет

- Мендель предположил, что наследственные факторы при образовании гибридов не смешиваются, а сохраняются в неизменном виде.
- Гипотеза "Чистоты гамет" - не гипотеза, а уже давно правило. Гипотезой она была во времена Менделя, а потом ее подтвердили цитологически.
- Сущность правила (принципа) "чистоты гамет"
- 1) это гипотеза, выдвинутая Г. Менделем (1865)
- 2) Правило гласит, что находящиеся в каждом организме пары наследственных факторов (в современной формулировке - генов) не смешиваются и не сливаются при образовании зиготы.
- 3) При гаметогенезе в организме гибрида в гаметы поступает по одной хромосоме из каждой пары гомологичных хромосом, и, следовательно, по **ОДНОМУ** гену из **КАЖДОЙ ПАРЫ** генов
- 4) правило (принцип) "чистоты гамет" служит доказательством дискретного характера наследственности.

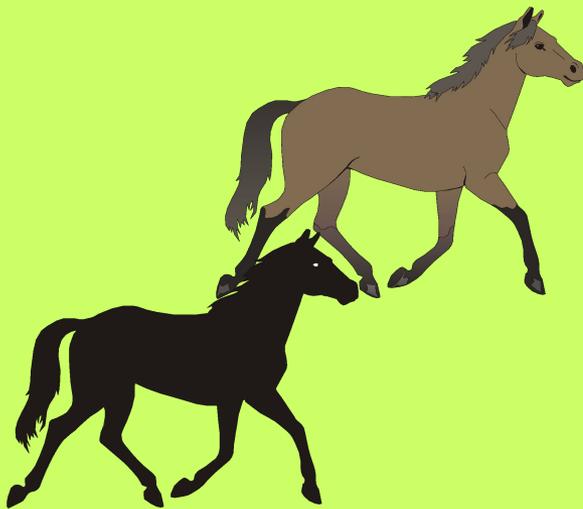
# Правило чистоты гамет Г.Менделя

- Значение - объясняет законы единообразия- расщепления- независимого наследования:
- *признаки организма контролируются особыми клеточными факторами- генами ,*
- *эти гены наследственные и передаются от родителей потомкам через половые клетки-гаметы,*
- *парные признаки контролируются парами генами – аллелями,*
- *из пары генов гамета несет только один ген ( один аллель) и передает только один признак,*
- *при образовании гамет аллели не смешиваются и их «чистота» не нарушается, распределение аллелей по гаметам происходит случайным образом,*
- *при оплодотворении сливаются две гаметы: одна гамета от отца, другая от матери,*
- *слияние гамет с образованием зиготы происходит случайным образом из зиготы развивается организм, его признаки определяются набором наследственных факторов зиготы.*

*Какое скрещивание  
называется  
моногибридным?*



*Моногибридным называется скрещивание двух организмов, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков.*



*Какие признаки  
называются  
альтернативными?*



Smooth

Wrinkled



Green

Yellow



# Альтернативные признаки



***TT*** (tall)



***tt*** (dwarf)



Axial



Terminal

# Первый закон

**Закон единообразия гибридов первого поколения:** при скрещивании двух гомозиготных организмов, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, все первое поколение гибридов окажется единообразным и будет нести признак одного родителя.



Чистая линия

Единообразие

Единообразие  $F_4$



генотип

фенотип



Единообразие

Единообразие F<sub>2</sub>  
Чистая линия

Р.



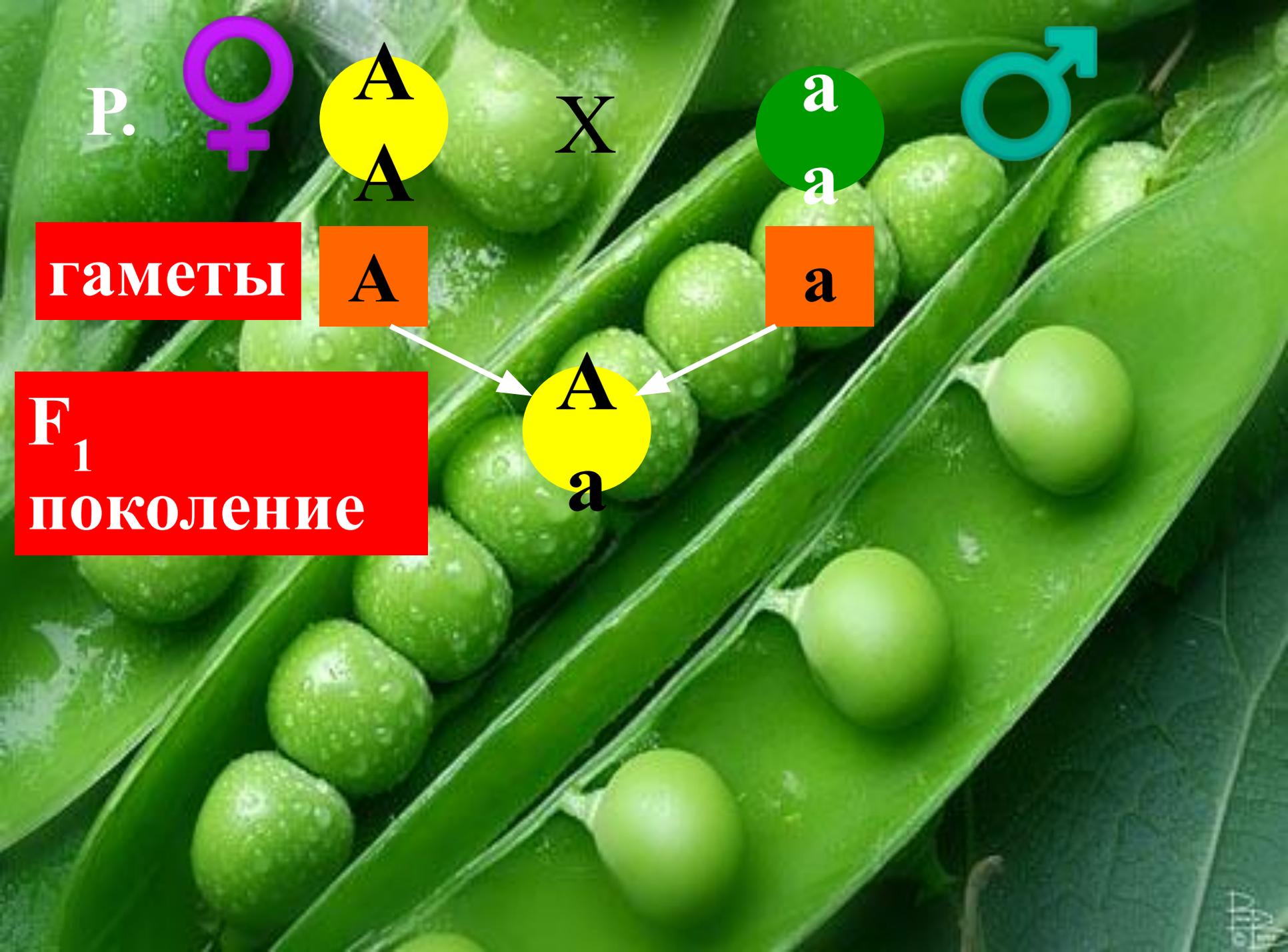
X



гаметы



F<sub>1</sub>  
поколение



доминантный признак

рецессивный признак

P.

ГОМОЗИГОТНЫЕ организмы



X



генотип



фенотип



Единообразие

Единообразие  $F_4$

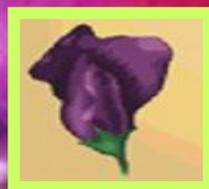
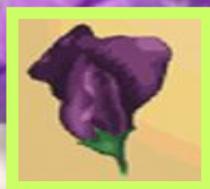
$F_2$



генотип



фенотип





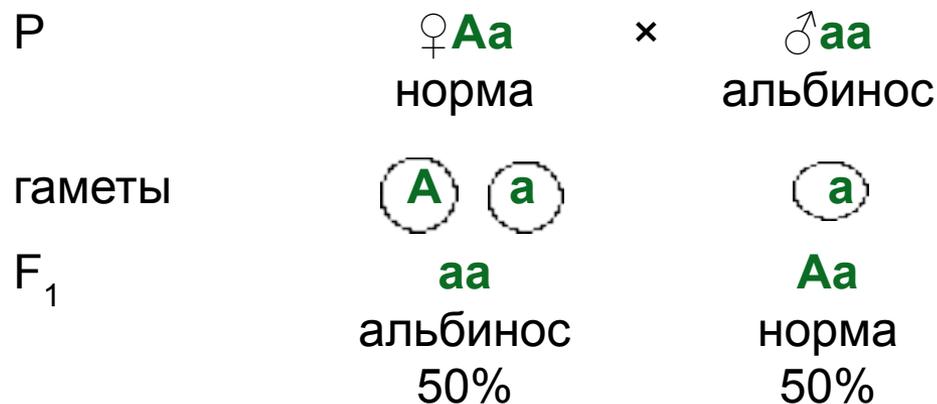
генотип



фенотип



У человека альбинизм – аутосомный рецессивный признак. Мужчина альбинос женился на женщине с нормальной пигментацией. У них родилось двое детей – нормальный и альбинос. Определить генотипы всех указанных членов семьи.



## Ответ

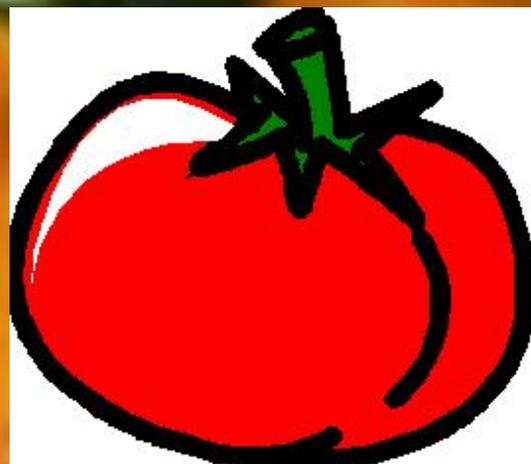
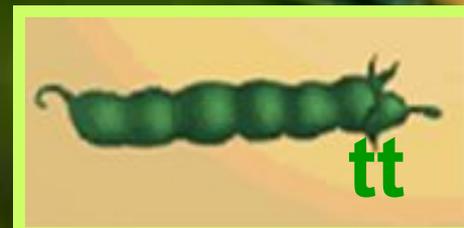
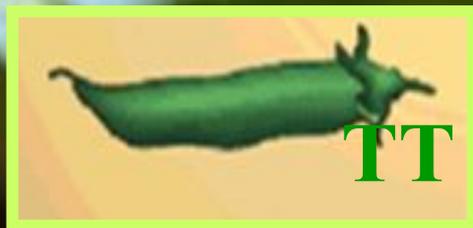
Генотип мужа – **aa**, жены – **Aa**, ребенка с нормальной пигментацией – **Aa**, ребенка-альбиноса – **aa**.

1. Каждая гамета получает гаплоидный набор хромосом (генов). Все хромосомы (гены) имеются в гаметах.
2. В каждую гамету попадает только одна гомологичная хромосома из каждой пары (только один ген из каждой аллели).
3. Число возможных вариантов гамет равно  $2n$ , где  $n$  – число хромосом, содержащих гены в гетерозиготном состоянии.
4. Одну гомологичную хромосому (один аллельный ген) из каждой пары ребенок получает от отца, а другую (другой аллельный ген) – от матери.
5. Гетерозиготные организмы при полном доминировании всегда проявляют доминантный признак. Организмы с рецессивным признаком всегда гомозиготны.

# Второй закон

**Закон расщепления:** при скрещивании двух гетерозиготных потомков первого поколения между собой во втором поколении наблюдается расщепление в числовом отношении по фенотипу 3:1, по генотипу 1:2:1

# Определить фенотипы F<sub>1</sub>



CC



cc

# Задача

У арбуза зеленая окраска плодов доминирует над полосатой. Определите окраску плодов арбузов, полученных от скрещивания растений, имеющих генотипы  $ss$  и  $Ss$ .

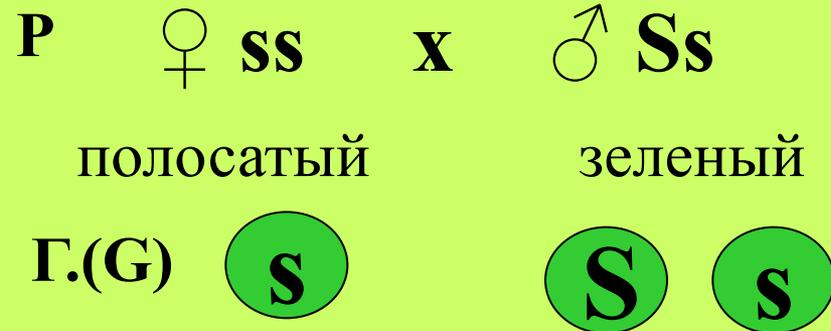


# Решение

Дано:

**S** — зеленая окраска

**s** — полосатая



Фенотип  $F_1$  -?



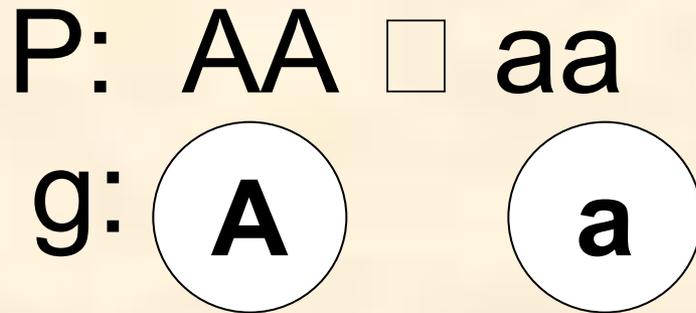
По генотипу 1:1

По фенотипу 1:1

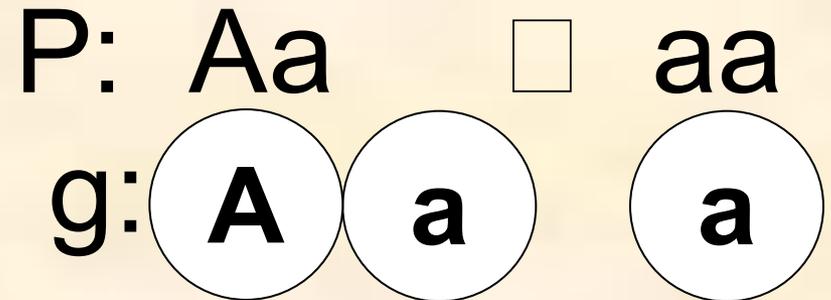
**Ответ:** в  $F_1$   $1/2$  растений будет с зеленой окраской плодов и  $1/2$  – полосатых

# Анализирующее скрещивание.

- используют для определения генотипа особи с доминантным фенотипом.

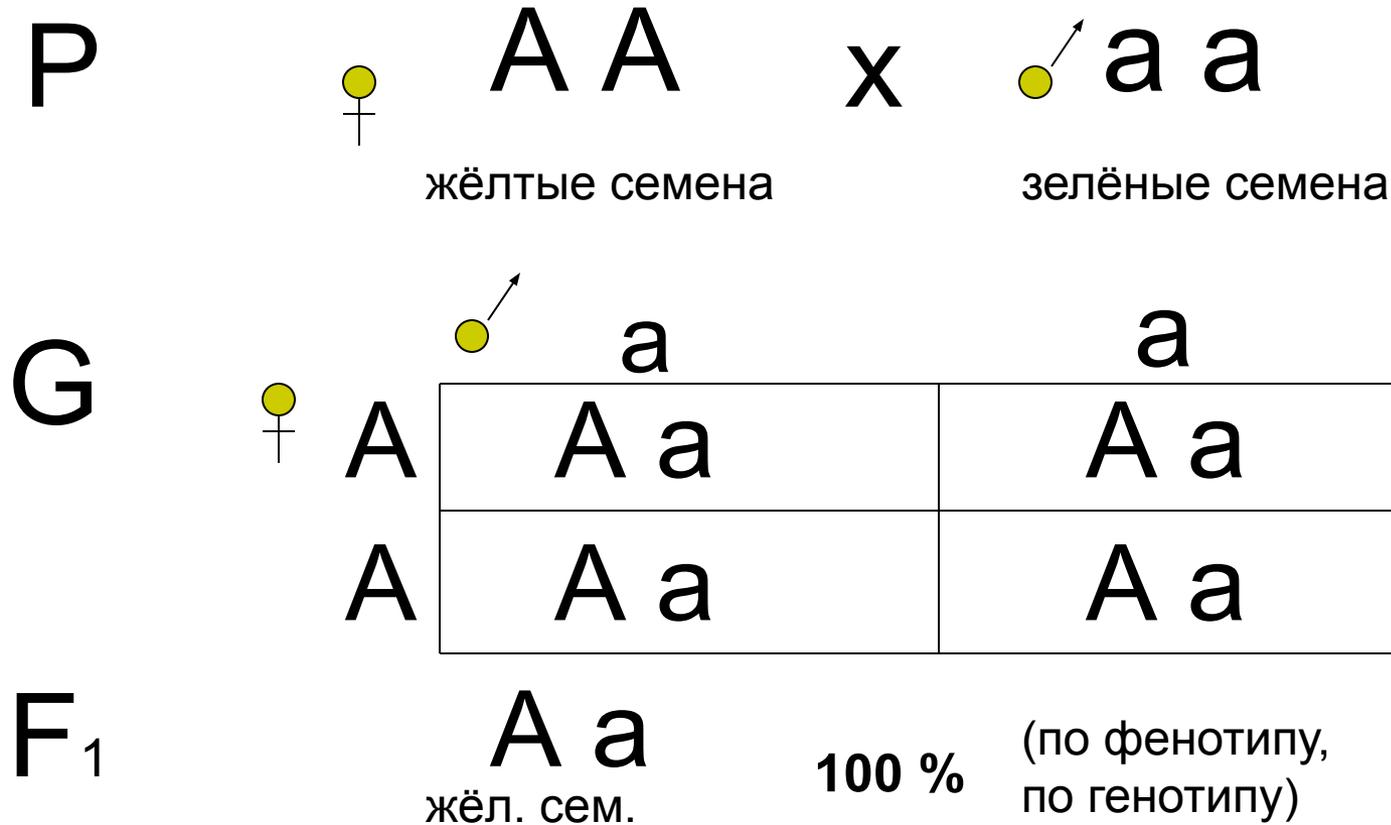


F1: Aa



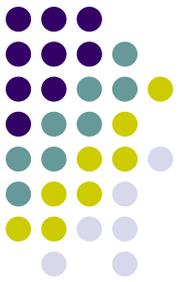
F1: Aa; aa.

# Анализирующее скрещивание



**анализирующее скрещивание** как один из основных методов, позволяющих установить генотип особи

# Анализирующее скрещивание



**P** ♀ **Aa** х ♂ **aa**  
жёлтые семена                      зелёные семена

**G** ♀

		<b>a</b>	<b>a</b>
<b>A</b>	<b>Aa</b>	<b>Aa</b>	
<b>a</b>	<b>aa</b>	<b>aa</b>	

**F<sub>1</sub>**                      **Aa**                      **aa**  
жёл. сем.                      зел. сем.

**1** : **1**

(по фенотипу,  
по генотипу **50%: 50%**)

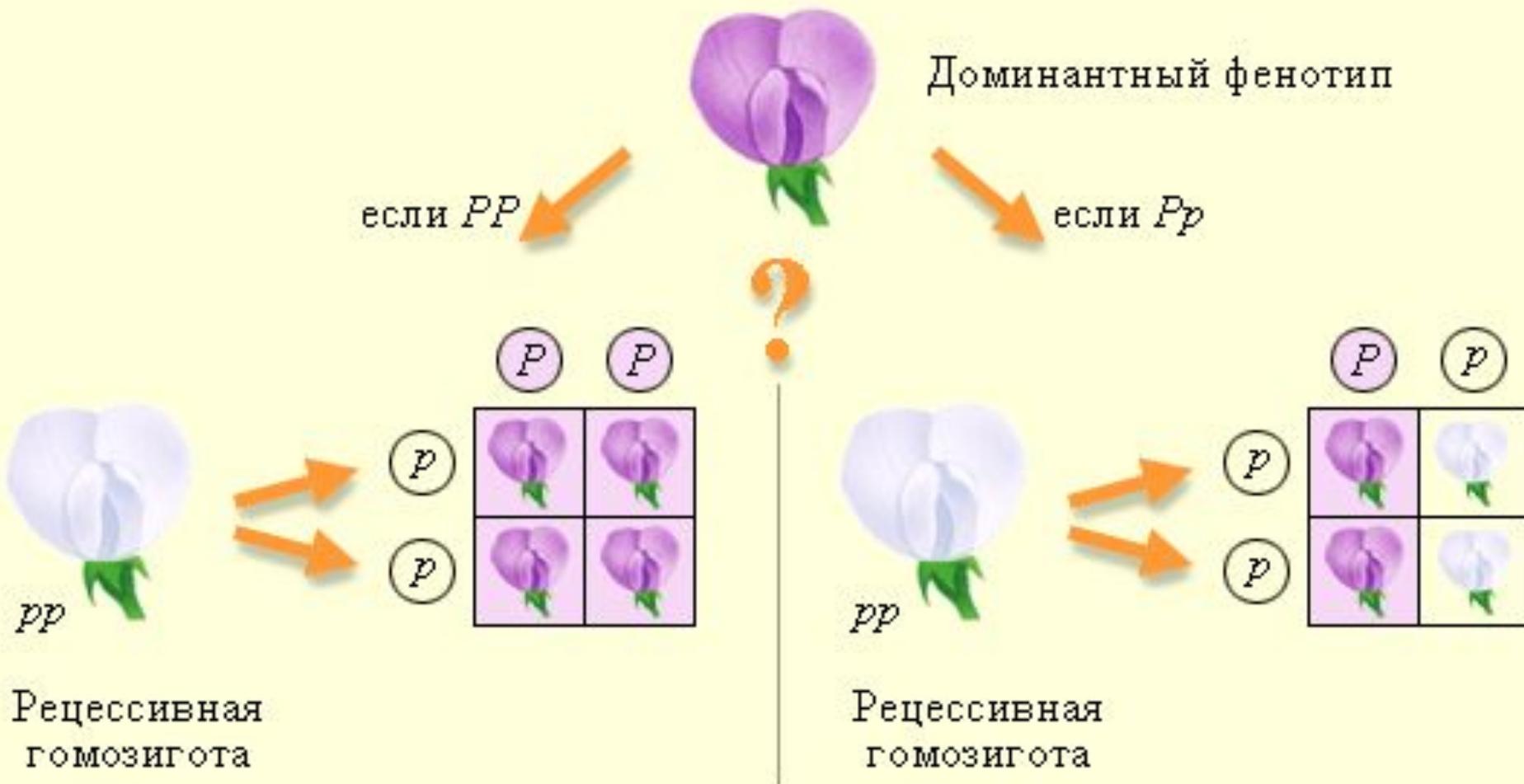


<b>Генотип</b>	<b>А А</b>	<b>?</b>	<b>А а</b>
<b>Фенотип</b>	Жёлтые семена		Жёлтые семена

## Результаты анализирующего скрещивания

<b>100 %</b>	<b>50 %</b>	<b>50 %</b>
<b>растения с желтыми семенами</b>	<b>растения с желтыми семенами</b>	<b>растения с зелёными семенами</b>

# Анализирующее скрещивание





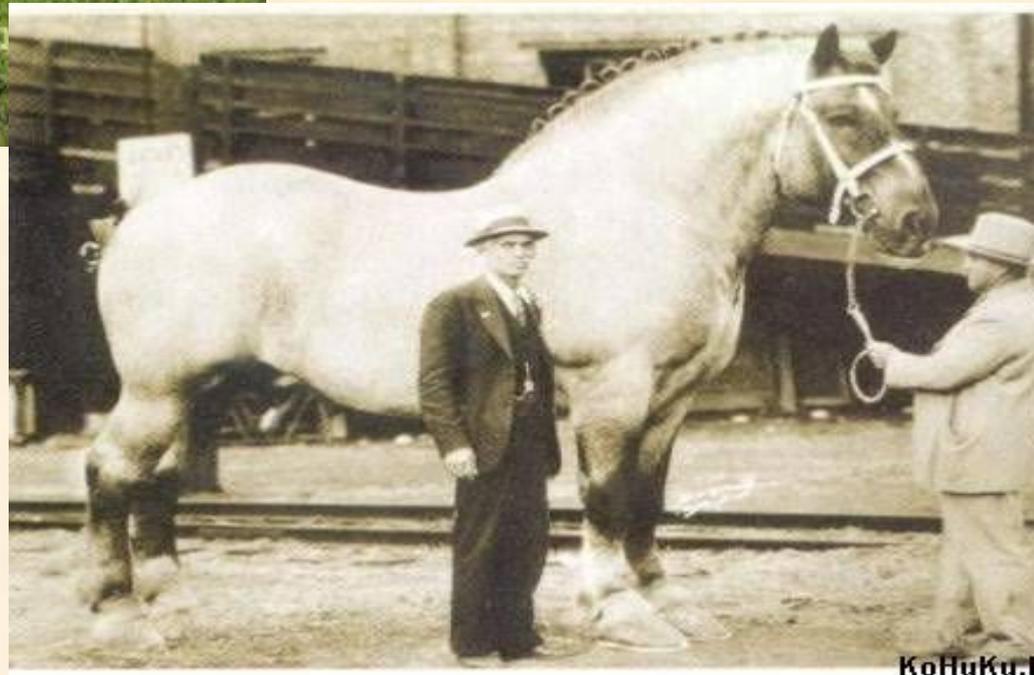
Имеют гармоничное телосложение; глубокое и широкое туловище, крепкие, правильно поставленные ноги. Мясные формы выражены идеально, пропорционально развиты части туловища. Костяк тонкий и составляет 15-18% от веса туши, что обеспечивает высокий выход мяса. Скот отлично использует лесные и горные пастбища как пологие, так и с пересеченным рельефом. Животные выносливы и хорошо приспособляются к предгорным условиям.

Ангусская порода имеет хорошие мясные качества. При убойе этого скота получают туши с тонким слоем наружного жира, большое количество «мраморного» мяса. Убойный выход составляет до 70%. Очень скороспелые животные. К 15 месячному возрасту их вес достигает 600 кг и более. Рождаемость телят составляет 95%. При отъеме от коров вес бычков в возрасте 208 дней равен 203 кг, среднесуточный привес 798 г. скрещивание других пород с этой улучшает мясные качества, но незначительно влияет на живую массу



## Красная степная порода

**Шайр Мерин Семпсон,  
позже переименованный в  
Мамонта. В 1850г. его  
высота в холке была  
равна 2,19м,  
а вес составлял 1524 кг.**



# Неполное доминирование

*взаимодействие генов, при котором потомство имеет отличный от родителей, промежуточный фенотип.*

Дано:

Объект:  
ночная  
красавица

A – красные  
цветки;

a – белые  
цветки

Решение:

P.:



AA □

aa



g.:

A

a

F1.:

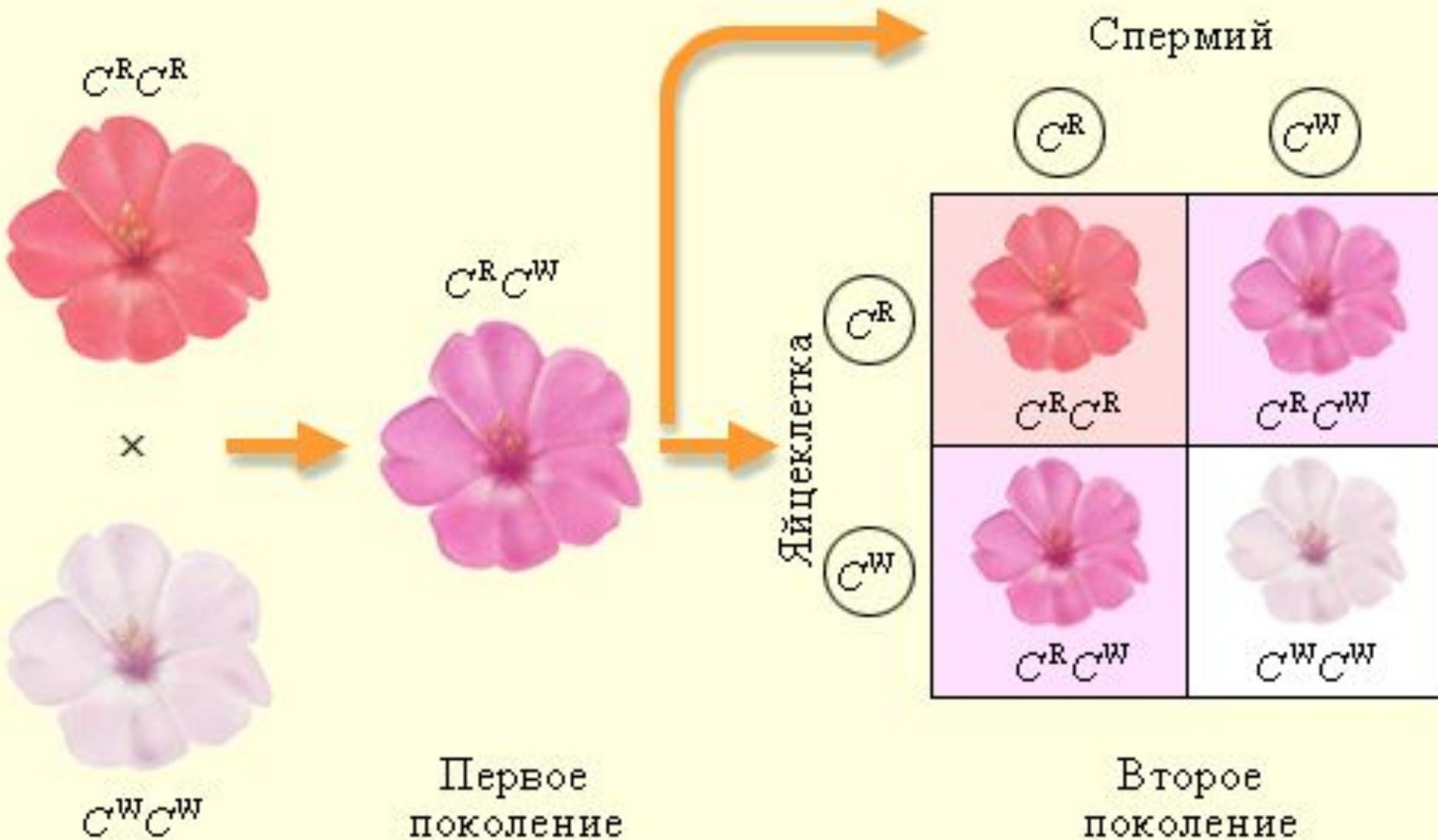
Aa

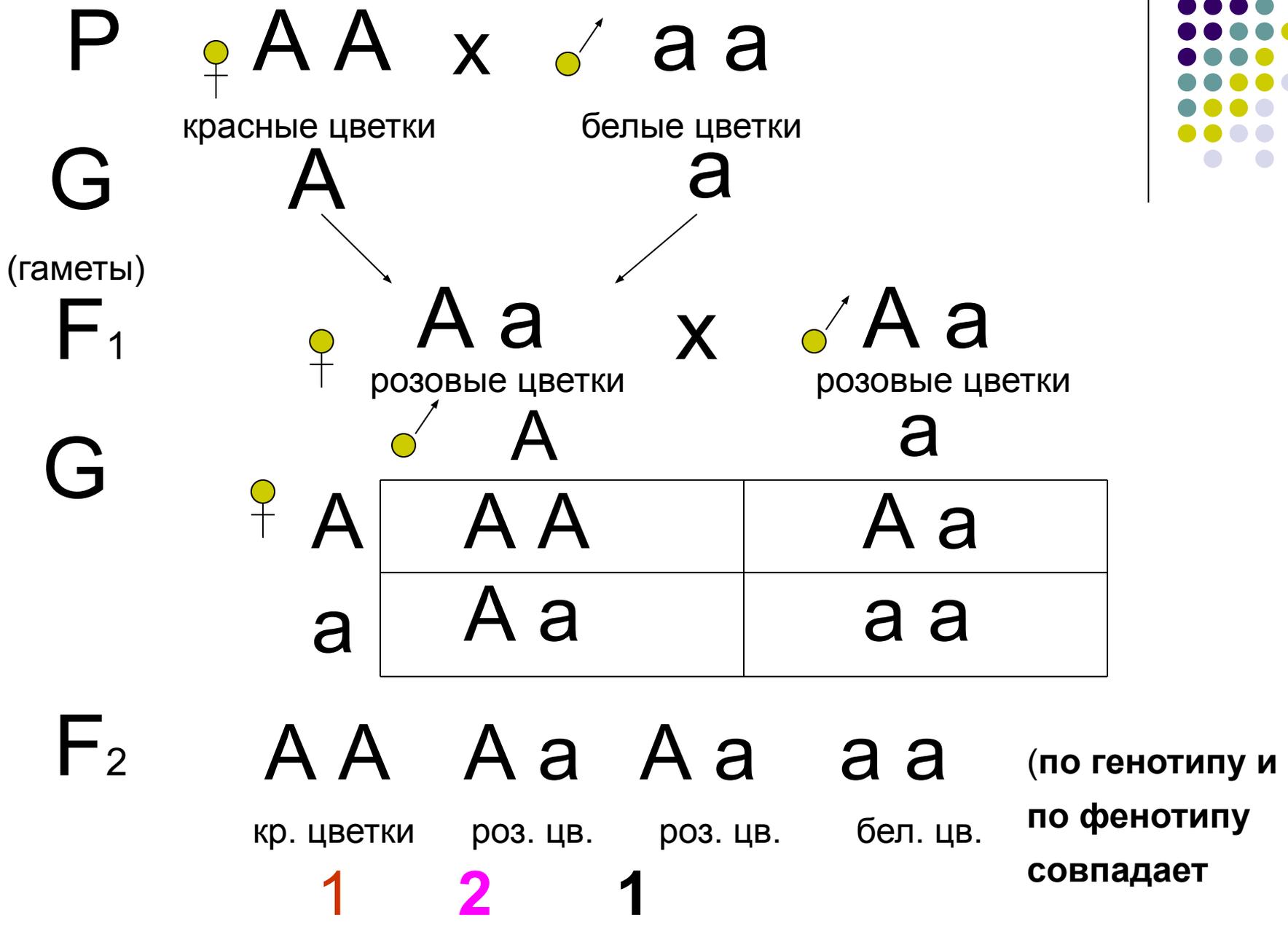


Ph.:

розовые цветки

# Неполное доминирование







При **кодоминировании**, в отличие от неполного доминирования, у гетерозигот признаки проявляются одновременно (смешанно).

Типичный пример кодоминирования — наследование групп крови системы АВ0 у человека, где А и В — доминантные гены, а 0 — рецессивный. По этой системе генотип 00 определяет первую группу крови, АА и А0 — вторую, ВВ и В0 — третью, а АВ будет определять четвёртую группу крови. Т.о. всё потомство людей с генотипами АА (вторая группа) и ВВ (третья группа) будет иметь генотип АВ (четвёртая группа).

**Их фенотип не является промежуточным между фенотипами родителей**, так как на поверхности эритроцитов присутствуют оба агглютиногена (А и В).

Скрестили пестрых петуха и курицу. В результате получили 26 пестрых, 12 черных и 13 белых цыплят. Какой признак доминирует? Как наследуется окраска оперения у этой породы кур?

У коров гены красной (R) и белой (r) окраски кодоминантны друг другу. Гетерозиготные особи (Rr) – чалые. Фермер купил стадо чалых коров и решил оставлять себе только их, а красных и белых продавать. Быка какой масти он должен купить, чтобы продать возможно больше телят?

При скрещивании между собой земляники с розовыми плодами в потомстве оказалось 25% особей, дающих белые плоды, и 25% растений с красными плодами. Остальные растения имели розовые плоды. Объясните полученные результаты. Каков генотип рассмотренных особей

От скрещивания двух сортов земляники, один из которых имеет усы и красные ягоды, а второй не имеет усов и образует белые ягоды, в первом поколении все растения имели усы и розовые ягоды. От скрещивания растений без усов с розовыми ягодами с растениями без усов с красными ягодами получены две фенотипические группы растений: без усов розовые и без усов красные. Составьте схемы двух скрещиваний. Определите генотипы родителей и потомства, характер наследования окраски ягод у земляники, закон наследственности, который проявляется в данном случае.

При скрещивании между собой чистопородных белых кур потомство оказывается белым, а при скрещивании черных кур – черным. Потомство от белой и черной особи оказывается пестрым. Какое оперение будет у потомков белого петуха и пестрой курицы?

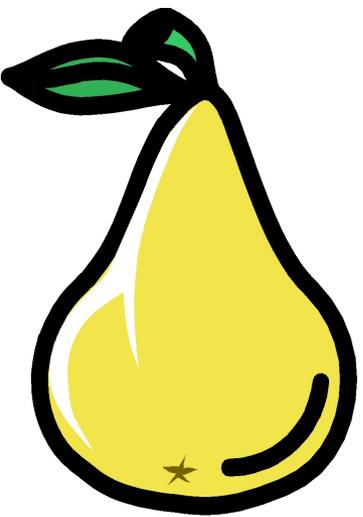
Растения красноплодной земляники при скрещивании между собой всегда дают потомство с красными ягодами, а растения белоплодной земляники – с белыми. В результате скрещивания этих сортов друг с другом получаются розовые ягоды. Какое возникнет потомство при скрещивании между собой гибридов с розовыми ягодами?

# ДИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ.

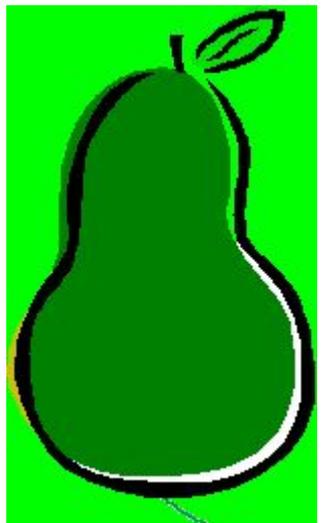
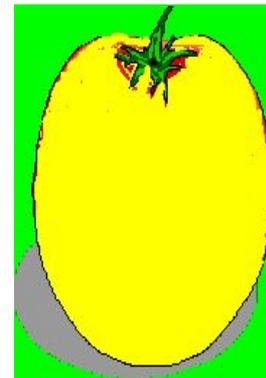
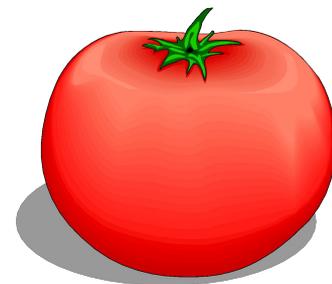
- 1.** Дигибридное скрещивание
- 2.** Цитологические основы дигибридного скрещивания

## Ди- и полигибридное скрещивание

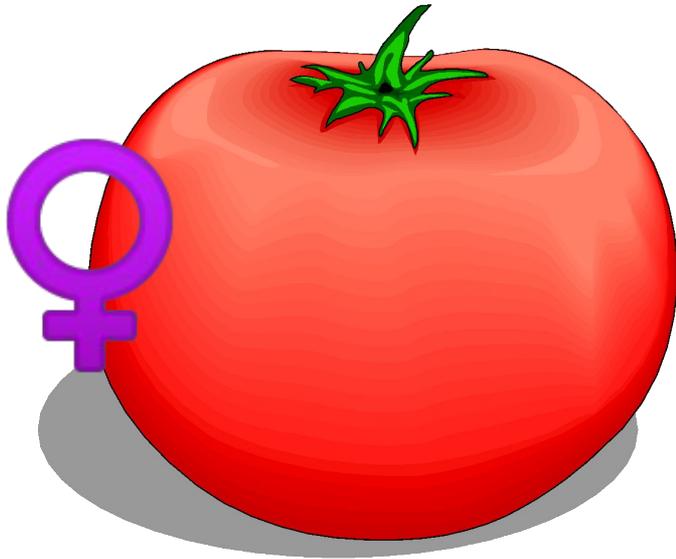
- Скрещивание, при котором родительские формы отличаются по двум парам альтернативных признаков (по двум парам аллелей), называется **дигибридным**. Гибриды, гетерозиготные по двум генам, называют **дигетерозиготными**, а в случае отличия их по трем и многим генам - **три- и полигетерозиготными** соответственно.



*Дигибридным называется скрещивание двух организмов, отличающихся друг от друга по двум парам альтернативных (взаимоисключающих) признаков.*



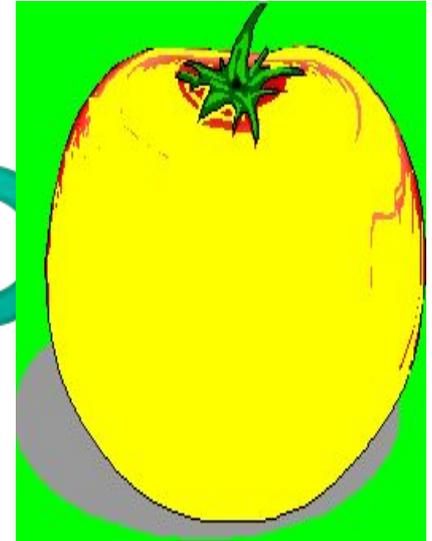
**ААВВ**



**Красный  
круглый**

**аавв**

**X**



**Желтый  
овальный**

Дано:

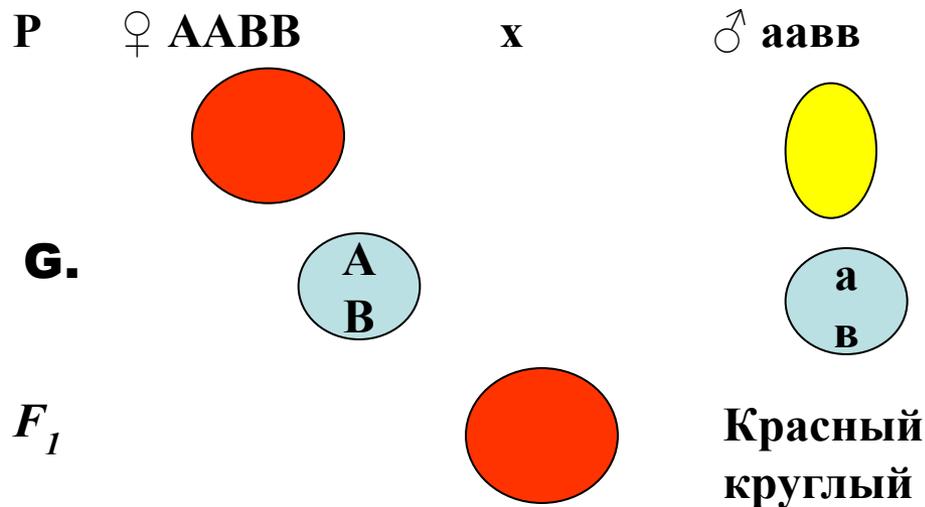
**A**-красные томаты

**a**- желтые томаты

**B** –округлые

**b** - овальные

### Схема скрещивания



Фенотип  $F_1$  - ?

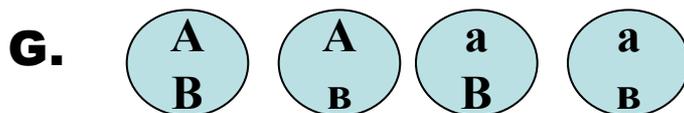
Генотип  $F_1$  - ?

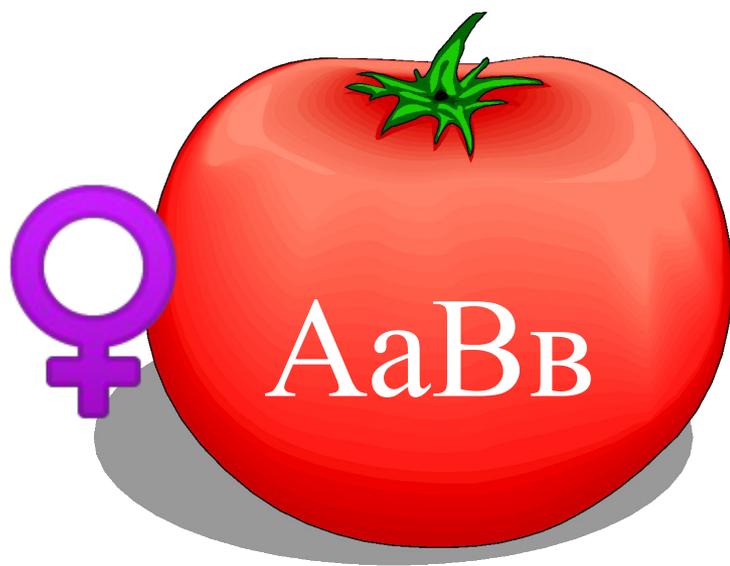
Фенотип  $F_2$  - ?

Генотип  $F_2$  - ?

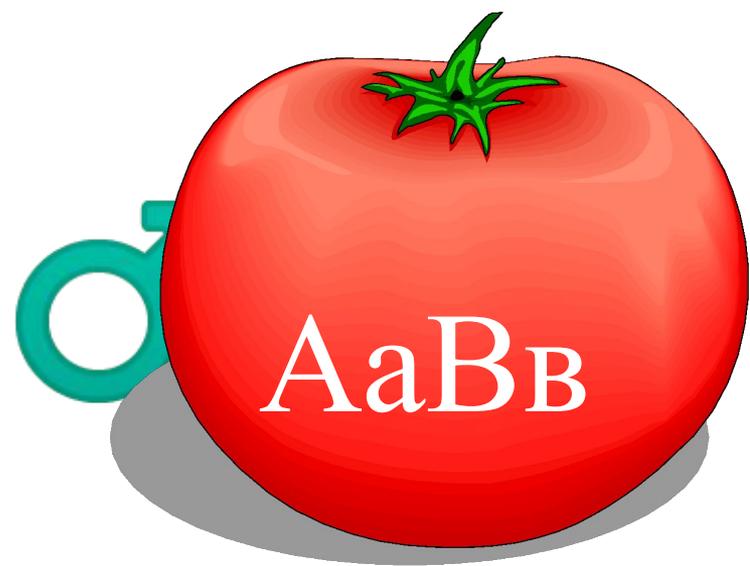
Генотип

**AaBb**





**X**



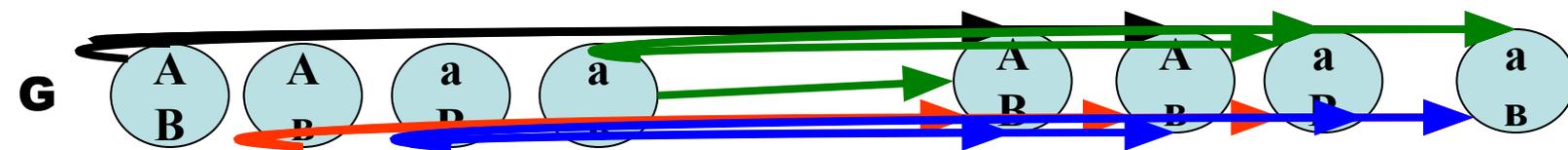
**Красный  
круглый**

**Красный  
круглый**

**F<sub>1</sub>** ♀ **AaBb**

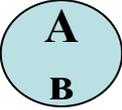
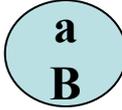
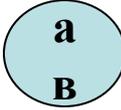
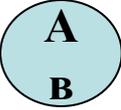
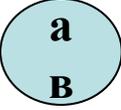
**x**

♂ **AaBb**



# Решетка Пеннета

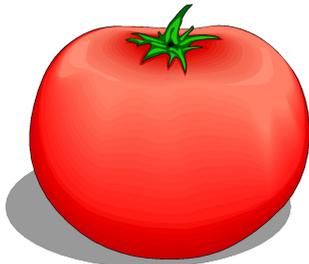
## Гамет

<b>♂</b>				
	<b>AABB</b> 	<b>AABb</b> 	<b>AaBB</b> 	<b>AaBb</b> 
	<b>AABb</b> 	<b>AABb</b> 	<b>AaBb</b> 	<b>AaBb</b> 
	<b>AaBB</b> 	<b>AaBb</b> 	<b>aaBB</b> 	<b>aaBb</b> 
	<b>AaBb</b> 	<b>AaBb</b> 	<b>aaBb</b> 	<b>aaBb</b> 

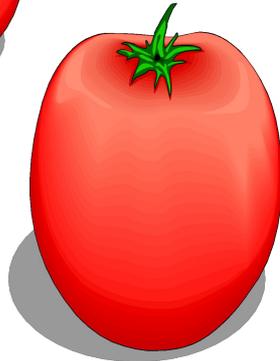
# Расщепление по фенотипу

9:3:3:1

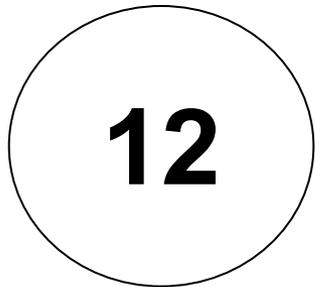
9



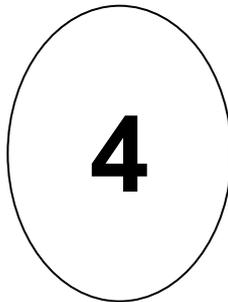
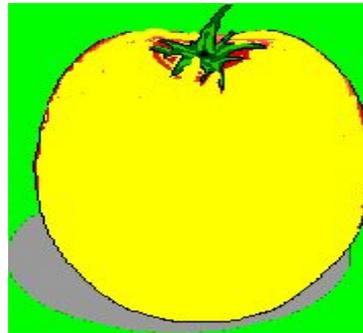
3



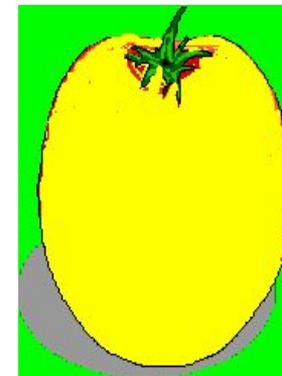
по цвету



3



1



по форме

# По генотипу

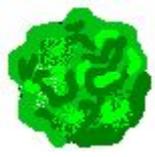
**1 AABVВ: 2 AAVВ: 1 AaBVВ:**

**2 AaBVВ: 4 AaVВ: 2 AaavВ: 1 aaBVВ:**

**2 aaBVВ: 1 aaavВ**

**1:2:1:2:4:2:1:2:1**

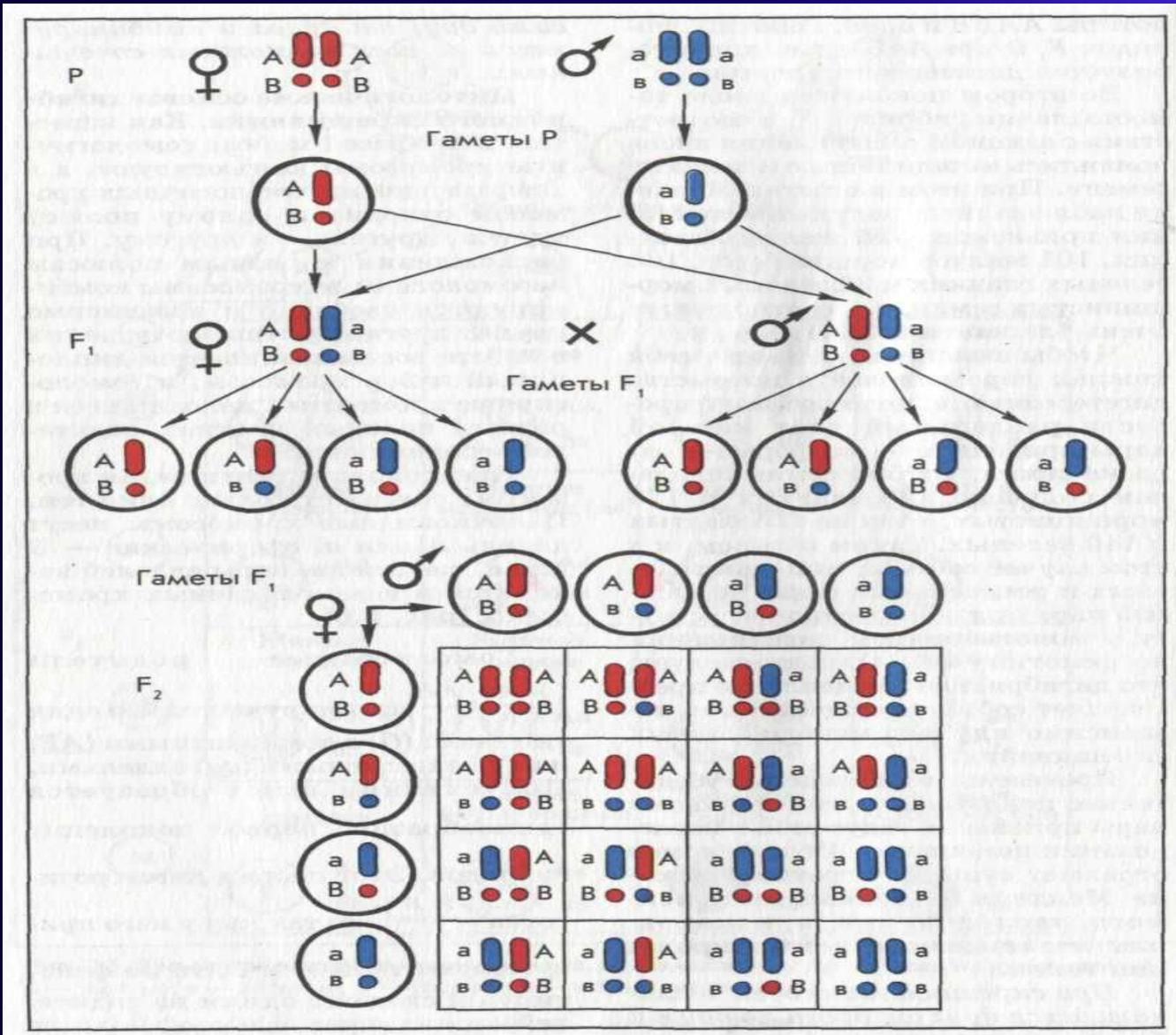
- Такую сложную комбинацию сочетания фенотипов Г. Мендель объяснил исходя из предположения о наследственных задатках или генах, которые отвечают за отдельные признаки.
- При образовании половых клеток гены разных пар попадают в них независимо друг от друга, комбинируясь во всевозможных сочетаниях.
- Сложность расщепления представляет собой комбинационный ряд из двум моногибридных расщеплений по форме и цвету семян. Если мы подсчитаем число гладких и морщинистых горошин, а также числа желтых и зеленых, то получим соотношение: 12 желтых:4 зеленых (3 : 1) и 12 гладких: 4 морщинистых (3 : 1).
- **Г. Мендель показал, что дигибридное скрещивание — это комбинация двух моногибридных скрещиваний. Таким образом, был выведен закон о независимом комбинировании признаков.**

♀ \ ♂	AB	Ab	aB	ab
AB	 AABB	 AABb	 AaBB	 AaBb
Ab	 AABb	 AAbb	 AaBb	 Aabb
aB	 AaBB	 AaBb	 aaBB	 aaBb
ab	 AaBb	 Aabb	 aaBb	 aabb

# ТРЕТИЙ ЗАКОН

**Закон независимого наследования:** при скрещивании двух гомозиготных организмов, отличающихся друг от друга по двум( и более) парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях.

# 2. Цитологические основы



# Цитологические основы

- наследование каждого признака контролируется особым фактором – геном
- ген – элементарная структурно-функциональная единица наследственности
- гены находятся в ядрах и передаются от родителей потомству при делении клетки
- гены расположены в хромосомах
- ген – участок хромосомы

- парные признаки контролируются аллельными генами или аллелями гена
- аллельные гены расположены в гомологичных хромосомах
- гомологичные хромосомы – парные, имеют одинаковую форму, размеры
- хромосома содержит только один аллель гена
- в гаплоидном наборе хромосом содержится только 1 аллель гена
- в диплоидном наборе хромосом содержится только 2 аллеля гена

- при мейозе в каждую гамету уходит одна из пары гомологичных хромосом и один из аллелей гена
- поэтому гены в гаметах не смешиваются и остаются «чистыми»
- распределение хромосом по гаметам происходит случайным образом
- после оплодотворения у зиготы одна из гомологичных хромосом от отца, другая от матери
- у гетерозиготы в парах гомологичных хромосом разные аллели гена, у гомозиготы – одинаковые аллели
- при оплодотворении сочетание гамет происходит случайно
- разные гены находятся в разных хромосомах

# Условия выполнения закона

Нормальный ход мейоза. В результате нерасхождения хромосом в одну гамету могут попасть обе гомологичные хромосомы из пары. В этом случае гамета будет нести по паре аллелей всех генов, которые содержатся в данной паре хромосом.

**I закон Менделя (закон единообразия гибридов первого поколения или правило доминирования)** – при моногибридном скрещивании у гибридов первого поколения проявляются только доминантные признаки – оно фенотипически единообразно

**II закон Менделя (закон расщепления)** – в потомстве, полученном от скрещивания гибридов первого поколения, наблюдается явление расщепления: четверть особей из гибридов второго поколения несёт рецессивный признак, три четверти – доминантный

**III закон Менделя (закон независимого расщепления или закон независимого комбинирования признаков)** – при дигибридном скрещивании у гибридов каждая пара признаков наследуется независимо от других и даёт с ними разные сочетания. Образуются фенотипические группы, характеризующиеся отношением 9:3:3:1 (*расщепление по каждой паре генов идёт независимо от других пар генов*)



## **Задача.**



**У гороха желтая окраска семян доминирует над зеленой, а гладкая форма плодов - над морщинистой. Определите фенотип и генотип семян в потомстве от скрещивания двойной рецессивной гомозиготы с двойной гетерозиготой. Каковы признаки родительских особей.**

# Запись решения

Дано:  
**K**-желтые  
 k зеленые  
**N** -гладкие  
 n - морщинистые

P ♀ **kknn** x ♂ **KkNn**  
 зеленые морщ. желтые, гладкие



P- ♀ - **kknn**  
 ♂ - **KkNn**

$F_1$  **KkNn**    **Kknn**    **kknn**    **kkNn**  
 жел., гл.    жел., морщ.    зел. морщ.    зел. гл.

Фенотип  $F_1$ - ?  
 Генотип  $F_1$ - ?

Генотип **1:1:1:1**

Фенотип **1:1:1:1**

**Ответ:** генотип семян **KkNn, Kknn, kknn, kkNn**;  
 фенотип семян: желтые гладкие, желтые морщинистые,  
 зеленые морщинистые, зеленые гладкие

# Задания

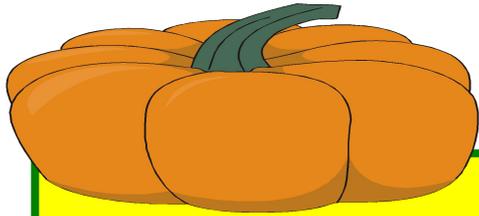
1. Заполните пробелы в тексте.

Согласно первому закону Г.Менделя, все первое поколение \_\_\_\_\_ . Согласно второму закону Г.Менделя, во втором поколении образуются \_\_\_% особей с доминантным признаками и \_\_\_% особей с \_\_\_\_\_ . Законы Г.Менделя, установленные им в 1865 г., были заново открыты в 1900 г. голландским ученым \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_, немецким ученым \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_, и австрийским ученым \_\_\_\_\_ на \_\_\_\_\_.

# Задания

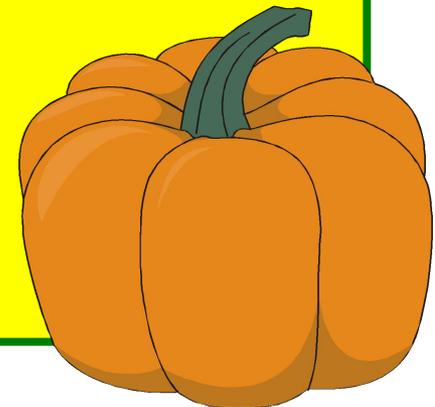
## 2. Вставьте пропущенные слова:

- 1) Генетика изучает закономерности....
- 2) Основателем генетики является...
- 3) Объектом своих исследований Мендель выбрал...
- 4) Тип опыления у гороха...
- 5) Родителей и гибридное потомство обозначают...
- 6) Женская и мужская особь обозначаются...
- 7) Совокупность генов организма...
- 8) Совокупность всех признаков организма...
- 9) Гетерозигота обозначается...
- 10) Гомозигота обозначается...
- 11) Ген, контролируемый преобладающий признак...
- 12) Ген, контролируемый подавляемый признак...
- 13) Аллельные гены – гены...



## Задача.

У тыквы желтая окраска плодов **A** доминирует над белой **a**, а дисковидная форма плодов **B** - над сферической. Скрещиваются растения, имеющие генотипы **ААВв** и **Аавв**. Определите вероятность появления растения с белыми сферическими плодами.



# Запись решения

Дано:

**A**-желтая

**a** -белая

**B** –дисковид.

**b** – сферич.

P- ♀- **AAВВ**

♂- **AaВВ**

P ♀ **AAВВ** х ♂ **AaВВ**  
желтые диск.

♂ **AaВВ**  
желтые, сферич.



$F_1$

<b>AAВВ</b>	<b>AaВВ</b>	<b>AAВВ</b>	<b>AaВВ</b>
жел., диск.	жел., диск.	жел. сфер.	жел. сфер.

Генотип **1:1:1:1**

Фенотип **1:1**

Вероятность  
белых сферич.  
в  $F_1$ - ?

**Ответ:** вероятность появления растений с белыми сферическими плодами равна нулю.

1. При скрещивании двух сортов томата с красными шаровидными и желтыми грушевидными плодами в первом поколении все плоды красные, шаровидные. Определите генотипы родителей, гибридов первого поколения, соотношение фенотипов второго поколения.

2. Существует два вида наследственной слепоты, каждый из которых определяется рецессивными аллелями генов (а или b). Оба аллеля находятся в различных парах гомологичных хромосом. Какова вероятность рождения слепого внука в семье, в которой бабушки по материнской и отцовской линиям дигомозиготны и страдают различными видами слепоты, а оба дедушки хорошо видят (не имеют рецессивных генов). Составьте схему решения задачи. Определите генотипы и фенотипы бабушек и дедушек, их детей и возможных внуков.

3. У родителей со свободной мочкой уха и треугольной ямкой на подбородке родился ребенок со сросшейся мочкой уха и гладким подбородком. Определите генотипы родителей, первого ребенка, фенотипы и генотипы других возможных потомков. Составьте схему решения задачи. Признаки наследуются независимо.

3. У человека темный цвет волос (А) доминирует над светлым цветом (а), карий цвет глаз (В) – над голубым (b). Запишите генотипы родителей, возможные фенотипы и генотипы детей, родившихся от брака светловолосого голубоглазого мужчины и гетерозиготной кареглазой светловолосой женщины.

4. Врожденная близорукость наследуется как аутосомный доминантный признак, отсутствие веснушек – как аутосомный рецессивный признак. Признаки находятся в разных парах хромосом. У отца врожденная близорукость и отсутствие веснушек, у матери нормальное зрение и веснушки. В семье трое детей, двое близорукие без веснушек, один с нормальным зрением и с веснушками. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей и родившихся детей. Рассчитайте вероятность рождения детей близоруких и с веснушками. Объясните, какой закон имеет место в данном случае.

**5. Черный хохлатый петух скрещен с такой же курицей. От них получены 20 цыплят: 10 черных хохлатых, 5 бурых хохлатых, 3 черных без хохла и 2 бурых без хохла. Определите генотипы родителей, потомков и закономерность наследования признаков. Гены двух признаков не сцеплены, доминантные признаки - черное оперение (А), хохлатость (В).**

**6. У собак чёрная шерсть доминирует над коричневой, а длинная шерсть над короткой (гены не сцеплены). От чёрной длинношёрстной самки при анализирующем скрещивании получено потомство: 3 чёрных длинношёрстных щенка, 3 коричневых длинношёрстных. Определите генотипы родителей и потомства, соответствующие их фенотипам. Составьте схему решения задачи. Объясните полученные результаты.**

## Задача № 1

Черная окраска шерсти у крупного рогатого скота определяется доминантным геном В, а красная - рецессивным  $b$ . Каким будет F1 от скрещивания гомозиготного черного быка с красной коровой?

## Задача № 2

Плоды томата бывают круглыми и грушевидными. Ген круглой формы доминирует. Каков будет внешний вид первого и второго поколений при скрещивании растения, гомозиготного по гену, определяющему круглую форму плодов с растением, имеющим грушевидные плоды?

## Задача № 3

У собак черный цвет шерсти доминирует над коричневым. Каков генотип черных и коричневых животных? Какое потомство может появиться от скрещивания черных и коричневых собак, двух черных собак? Можно ли ждать рождения черных щенков от скрещивания коричневых собак?

## Задача № 4

Растение с желтыми цветками и гладкими коробочками скрещено с растением, имеющим желтые цветки и колючие коробочки. В первом поколении было получено соотношение -  $3/8$  желтых колючих :  $3/8$  желтых гладких :  $1/8$  пурпурных колючих :  $1/8$  пурпурных гладких. Определите генотипы родителей и потомства, зная, что колючие коробочки и желтые цветки - доминантные признаки.

## Задача № 5

Скрещены мыши, самец и самка имели черную длинную шерсть. В потомстве были коричневые длинношерстные мыши и черные короткошерстные мыши. Определите генотипы родителей.

## Задача № 6

Определить генотип черной крольчихи, если известно, что черная окраска доминирует над белой.

## Задача № 7

Скрещены два растения, которые имели плод желтой окраски и сферической формы. Из полученных семян взошло только два растения: одно из них имело плод желтого цвета и сферической формы, а другое коричневой и удлинённой формы. С какими ещё плодами могли появиться растения?

## Задача № 8

У человека глухонемого наследуется как рецессивный признак, а подагра - доминантный признак. Определите вероятность рождения глухонемого ребенка с предрасположенностью к подагре, у глухонемой матери, но не страдающей подагрой, и у мужчины с нормальным слухом и речью, болеющего подагрой.

## ТРИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

При указанной степени гетерозиготности гибриды  $F_1$  образуют уже восемь сортов гамет как женских, так и мужских, а именно: ABC, AbC, ABc, aBC, Abe, aBc, abC и abc. При оплодотворении в результате сочетания восьми сортов женских и восьми сортов мужских гамет во втором поколении образуется 64 комбинации. В этом можно легко убедиться, воспользовавшись либо решеткой Пеннета, либо математическим способом перемножения вероятностей, как это мы делали раньше при дигибридном скрещивании. В результате подсчета обнаруживается, что у тригибрида расщепление в  $F_2$  по фенотипу включает 8 классов в определенном числовом отношении: 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1

Если рассчитать расщепление в  $F_2$  по фенотипу отдельно для каждой пары альтернативных признаков, то расщепление в каждом случае окажется равным 3:1. Это исходное отношение, как мы знаем, обеспечивается точным цитологическим механизмом независимого расхождения пар хромосом в мейозе. Именно это числовое отношение в расщеплении по каждой паре признаков позволило Менделю и в тригибридном скрещивании подтвердить принцип независимого сочетания признаков в потомстве гибрида.

Принцип независимого поведения разных пар альтернативных признаков в расщеплении по фенотипу в  $F_2$  при полном доминировании может быть выражен формулой  $(3 + 1)^n$ , где  $n$  — число пар альтернативных признаков.

Исходя из этой формулы, можно высчитать число ожидаемых классов в расщеплении по фенотипу при любом числе пар признаков, взятых в скрещивание:

моногибридное скрещивание  $(3+1)^1 = 3 : 1$ , т. е. 2 класса,

дигибридное скрещивание  $(3+1)^2 = 9 : 3 : 3 : 1$ , т. е. 4 класса,

тригибридное скрещивание  $(3 + 1)^3 = 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1$ , т. е. 8 классов и т. д.

закон	По фенотипу	По генотипу
<b>Закон единообразия гибридов первого поколения (1 закон Менделя)</b>	<b>100%</b> <b>(доминантный признак)</b>	<b>1- Aa</b>
<b>Закон расщепления (2 закон Менделя)</b>	<b>3:1</b> <b>(75%-d :25%-r)</b>	<b>1:2:1 - AA:Aa:Aa:aa</b> <b>(25%:50%:25%)</b>
<b>Закон независимого наследования(3 закон Менделя)</b>	<b>9:3:3:1</b> <b>12:4 (по 1 аллели)</b> <b>12:4 (по 2 аллели)</b>	<b>1:2:1:2:4:2:1:2:1</b>
<b>анализирующее скрещивание</b>	<b>100% (доминантный признак)</b>	<b>1 - Aa</b>
	<b>50% : 50%</b>	<b>1:1 Aa:aa</b>
<b>Неполное доминирование</b>	<b>F<sub>1</sub>- 100% промежут.</b> <b>F<sub>2</sub> -1:2:1</b> <b>(25%-d:50%-промеж. :25%-r)</b>	<b>F<sub>1</sub>- 100% Aa</b> <b>F<sub>2</sub> 1:2:1 AA:Aa:Aa:aa</b> <b>(25%:50%:25%)</b>

# Выберите из списка:

1. Гомозиготные организмы: ..., .....
2. Гетерозиготные особи: ..., ...
3. Фенотипы: ..., ..., ..., ..., ...
4. Генотипы: ..., ..., ..., ..., ...

## СПИСОК:

1. Аа

2. аа

3. АА

4. Белые цветы

5. bb

6. Вb

7. Красные цветы

8. Морщинистые семена

9. Длинный стебель

10. Зеленые семена