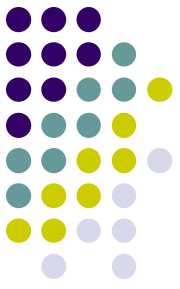


# Законы Менделя

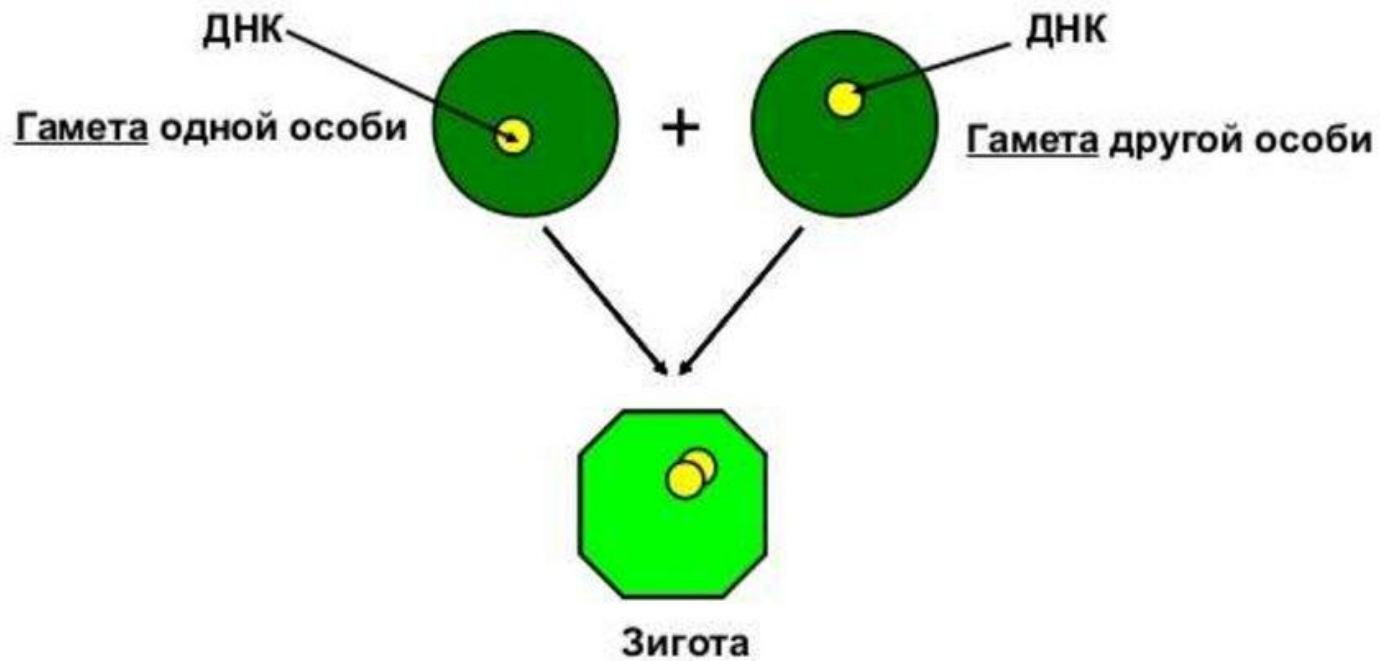




# Задачи урока:

- 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

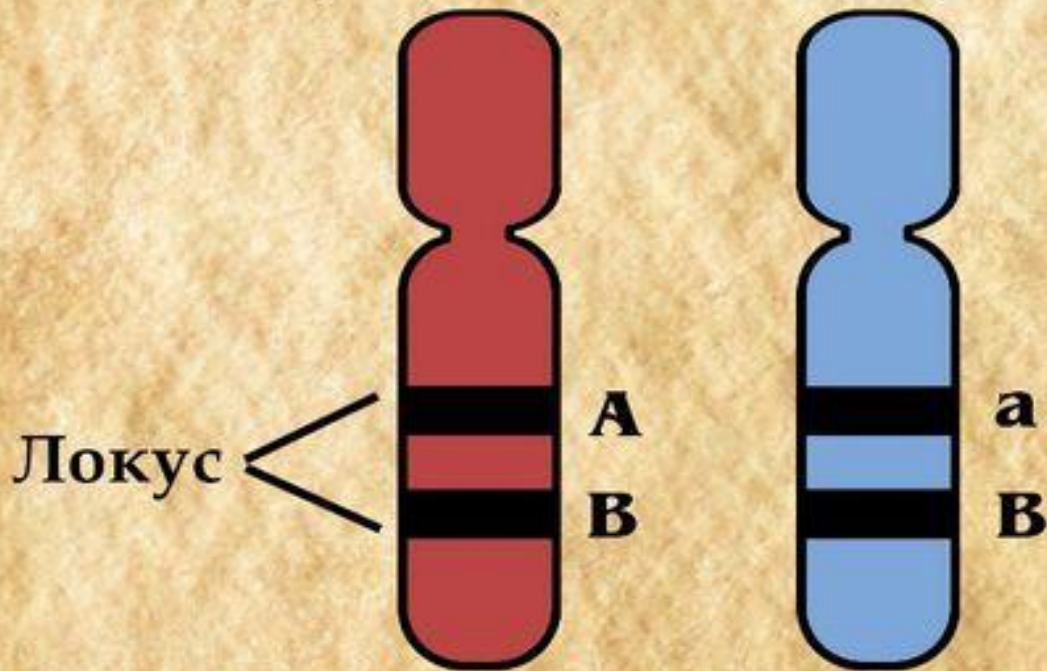
# Половое размножение



**Гомологичные хромосомы** - это парные хромосомы одинаковые по форме, размеру и набору генов (гомологи) по одной от каждого родителя в диплоидной клетке.

*Материнская*

*Отцовская*



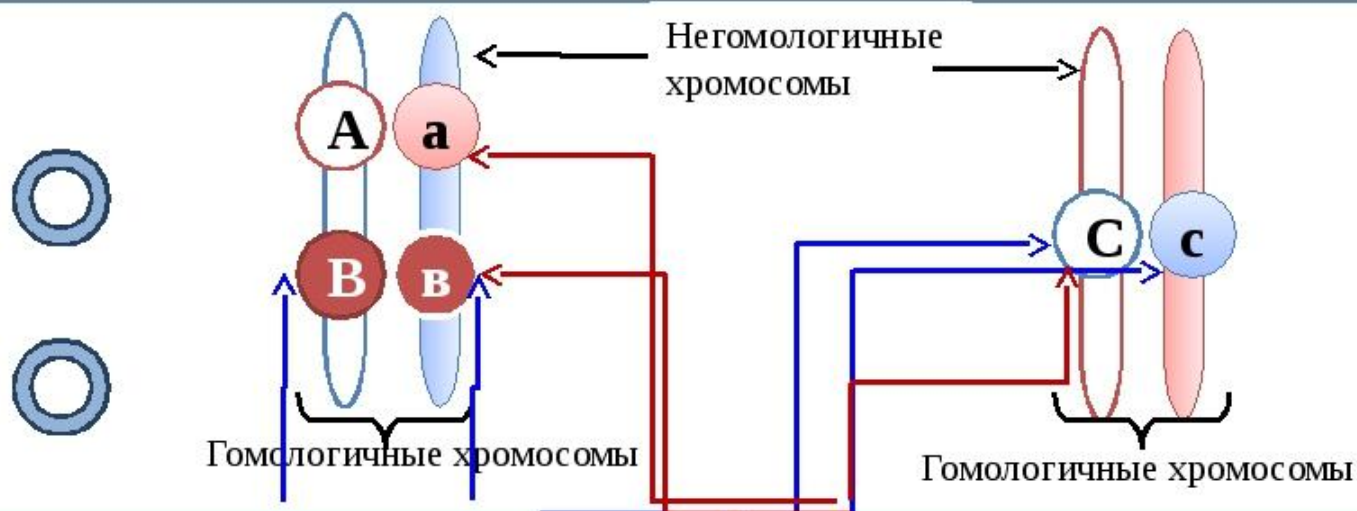
**A, a** - аллельные гены. Особь гетерозиготная по гену (A)

**B, B** - аллельные гены. Особь гомозиготна по гену (B)



## Взаимодействие неаллельных генов

Какие гены называются аллельными, а какие – неаллельными?

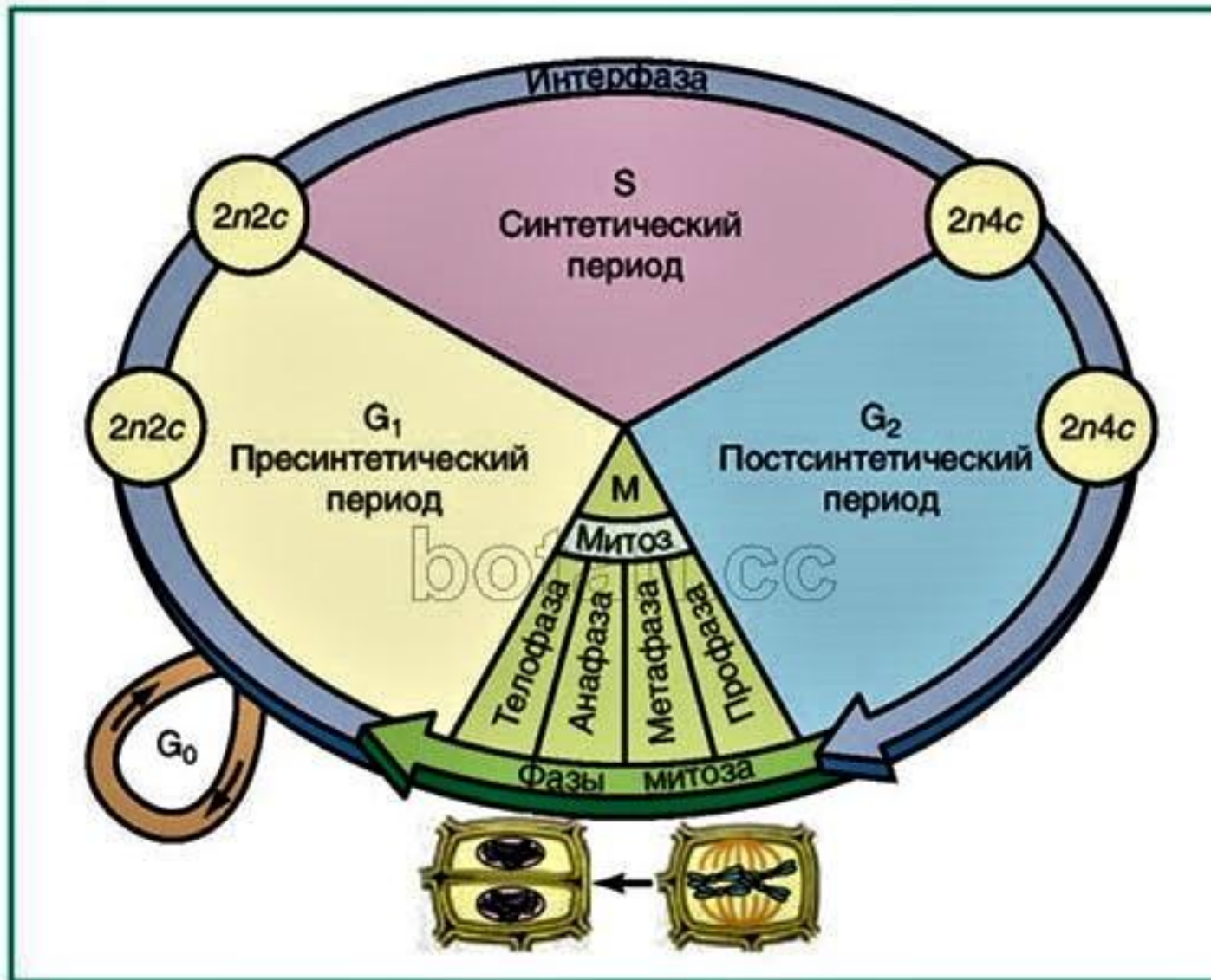
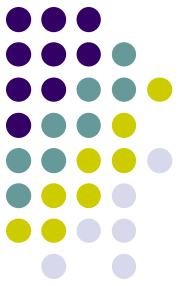


### Аллельные гены

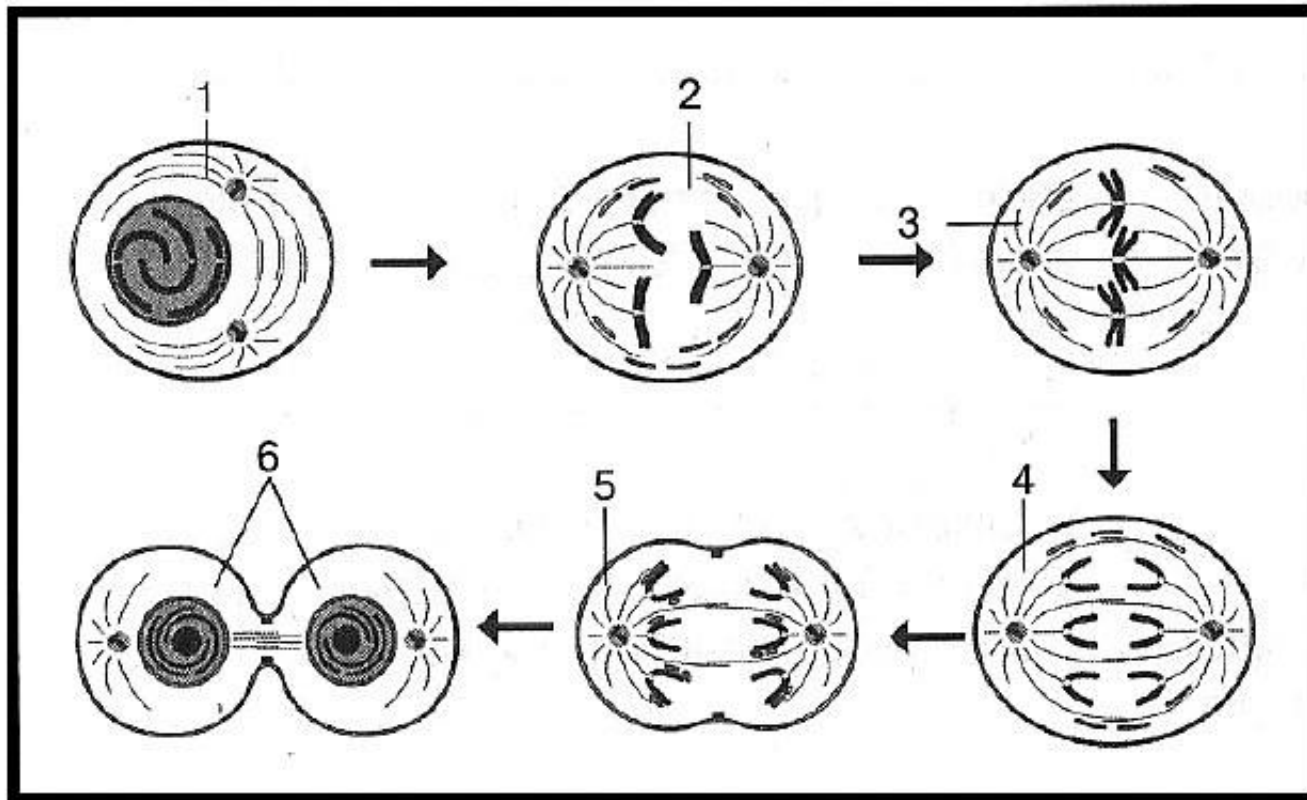
Расположены в гомологичных хромосомах, занимают одни и те же локусы, обозначаются одинаковыми буквами латинского алфавита

### Неаллельные гены

Расположены в гомологичных или негомологичных хромосомах, занимают разные локусы в них, обозначаются разными буквами латинского алфавита

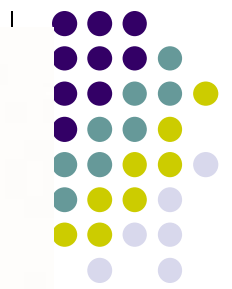


Периоды клеточного цикла ( $2n$  — диплоидный набор хромосом;  $2c$ ,  $4c$  — количество сестринских хроматид в наборе)



### Стадии митоза

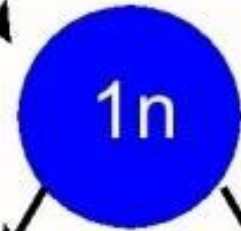
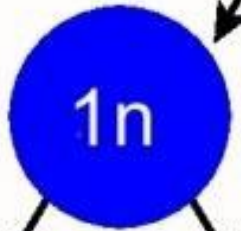
- 1 — профаза
- 2 — прометафаза
- 3 — метафаза
- 4 — анафаза
- 5 — телофаза
- 6 — цитокинез



# Meiosis



DNA Replication



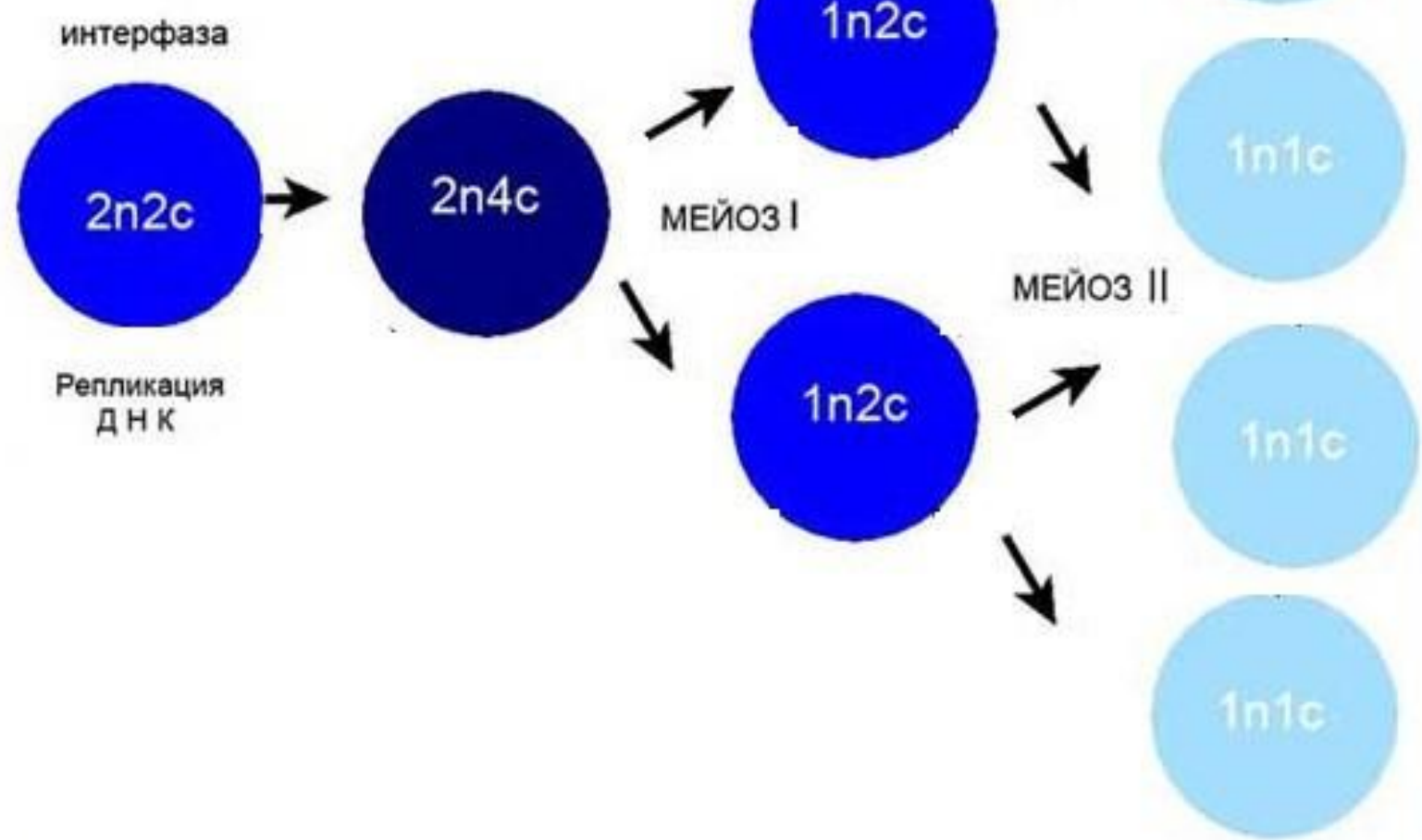
Meiosis II



# Mitosis

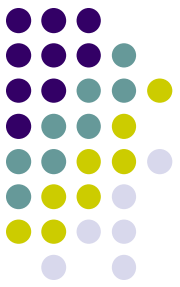








# Грегор Мендель (1822 – 1884 гг.) -



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

Мендель родился в крестьянской семье. Ещё в детстве увлекался садоводством и плодоводством. 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. Г. Де Фриз в Голландии, К. Корренс в Германии и Э. 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

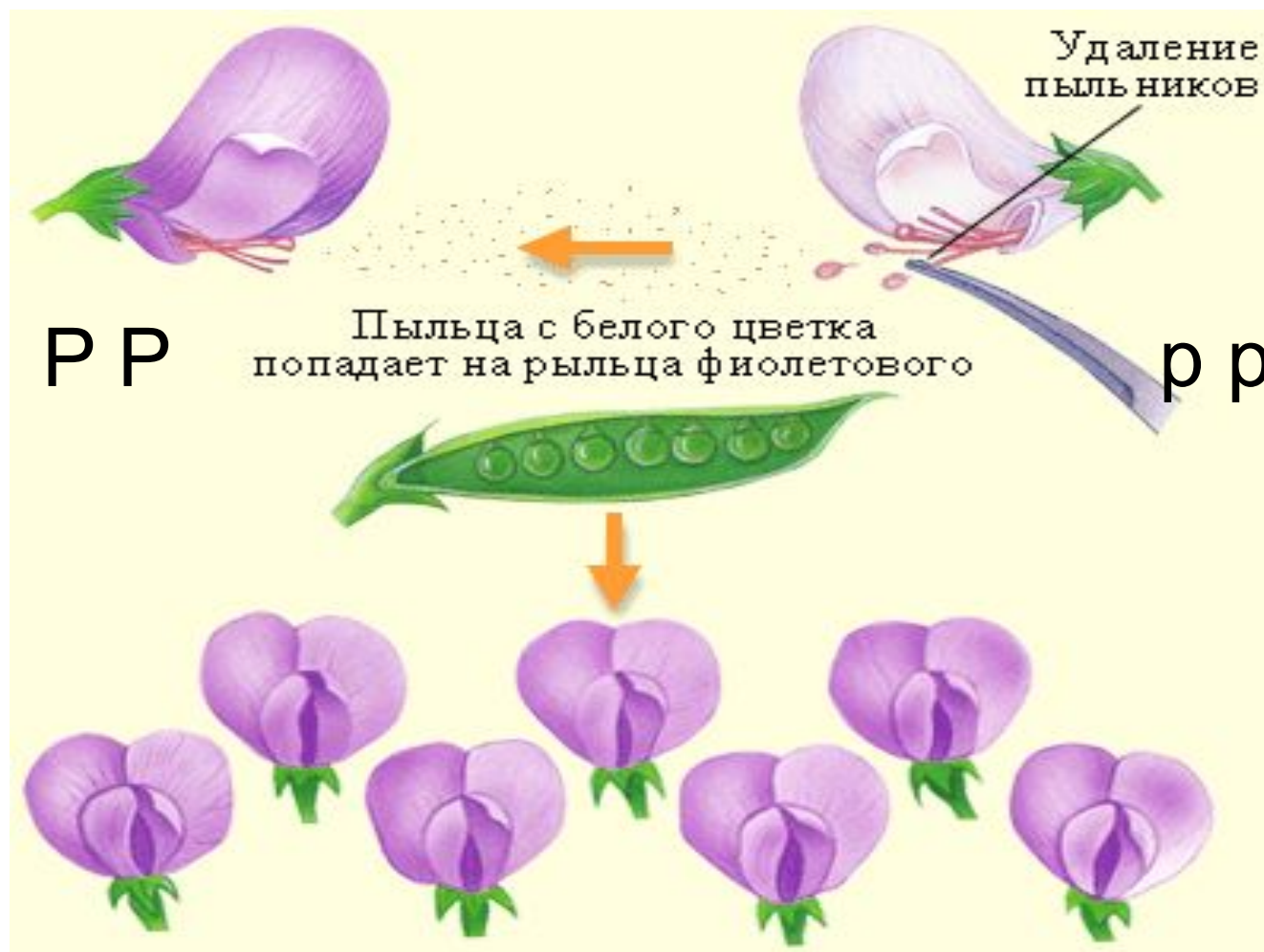


- Использование чистых линий (растений, в потомстве которых при самоопылении не наблюдается расщепление по изучаемому признаку)
- Наблюдение за наследованием альтернативных признаков
- Точный количественный учёт и математическая обработка данных
- Наблюдение за наследованием многообразных признаков не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



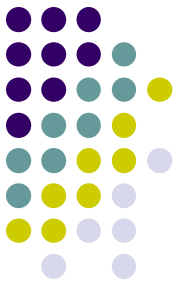


# Закон единообразия гибридов первого поколения



**Понятия:** моногибридное скрещивание, гомозигота, гетерозигота, гаметы, доминантный признак, рецессивный признак, аллельные гены

**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

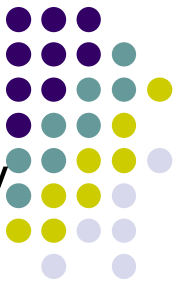




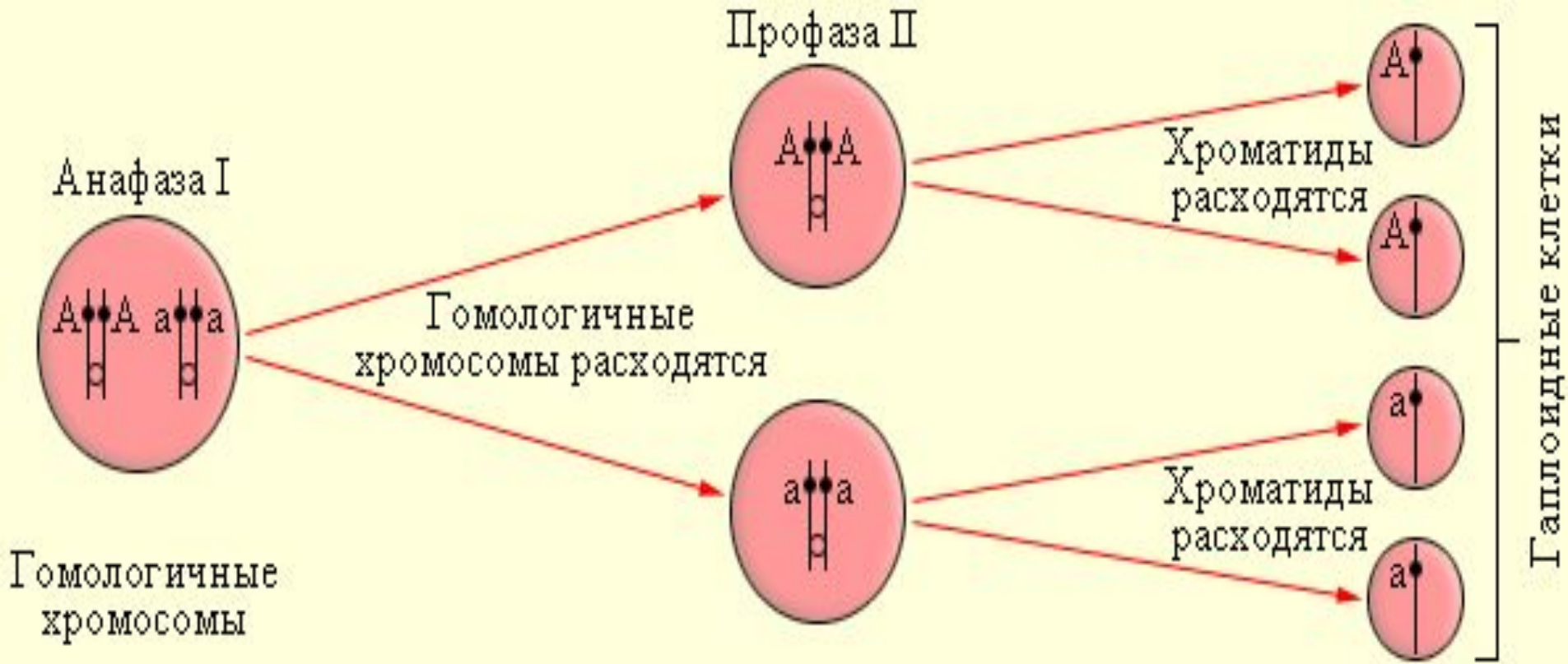
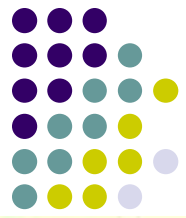


**I закон Менделя** (закон единообразия гибридов первого поколения или правило доминирования) - при моногибридном скрещивании у гибридов первого поколения проявляются только доминантные признаки – оно фенотипически единообразно

**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

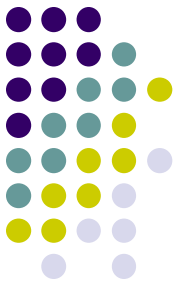


# Цитологические основы



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

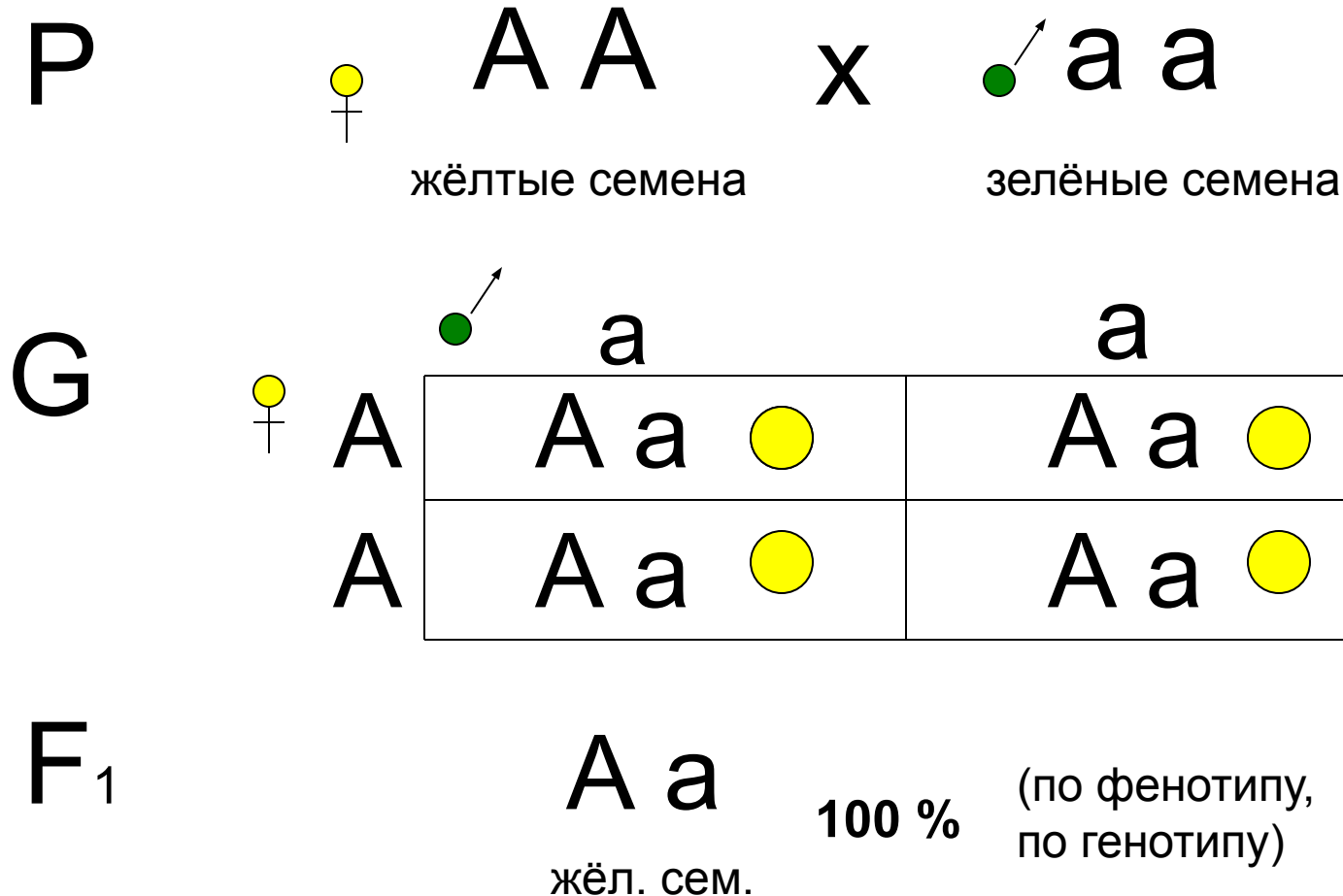
**Понятия:** гаметы, аллельные гены



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

Как определить генотип?

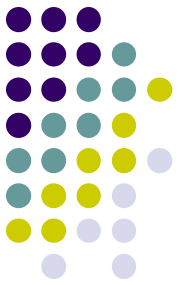
# Анализирующее скрещивание



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







# Анализирующее скрещивание



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

G ♀

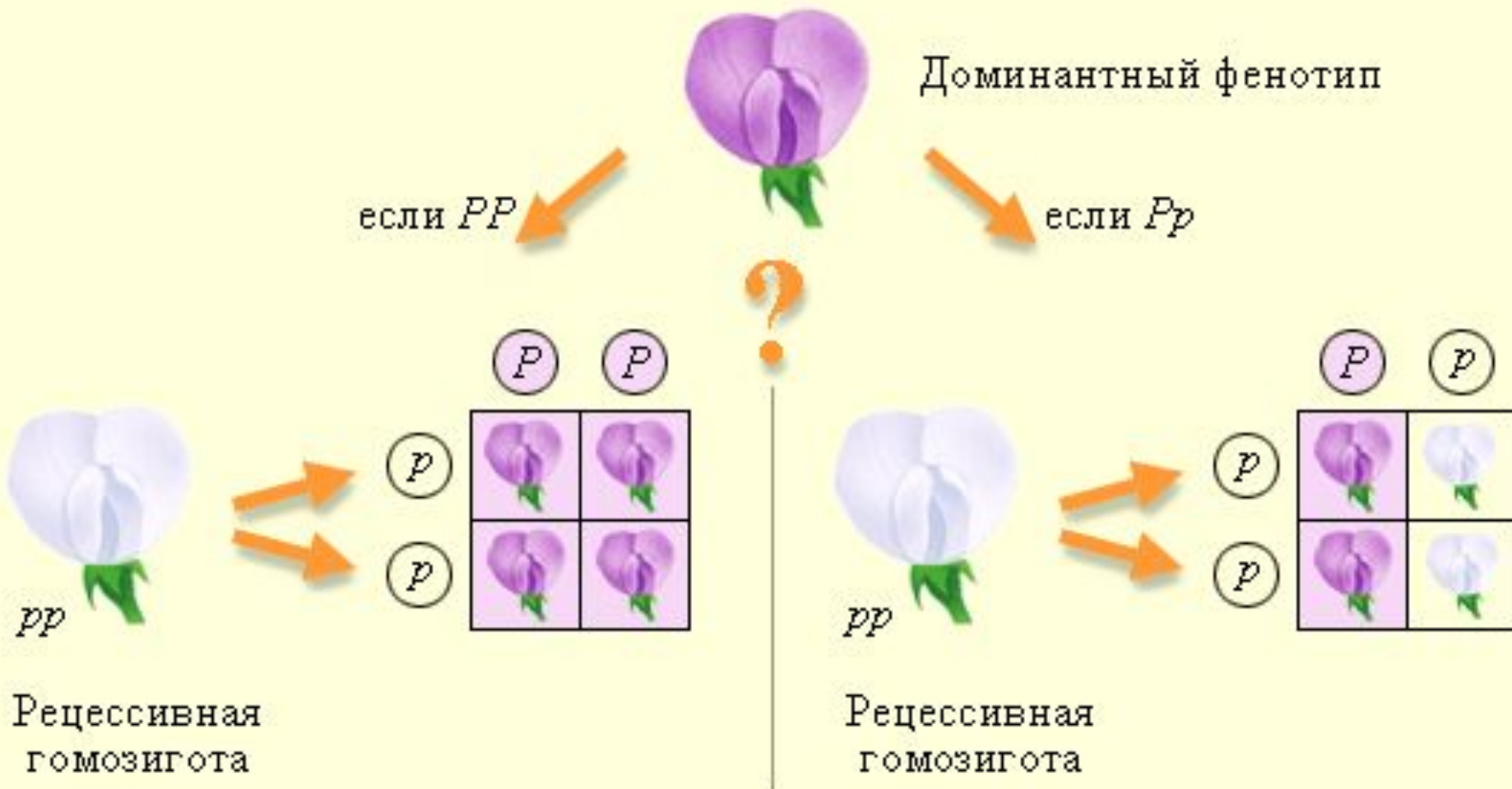
		$a$	$a$
$A$	$Aa$		$Aa$ 
$a$	$aa$		$aa$ 

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

**1 : 1** (по фенотипу,  
по генотипу)

Понятия: анализирующее скрещивание



# Анализирующее скрещивание



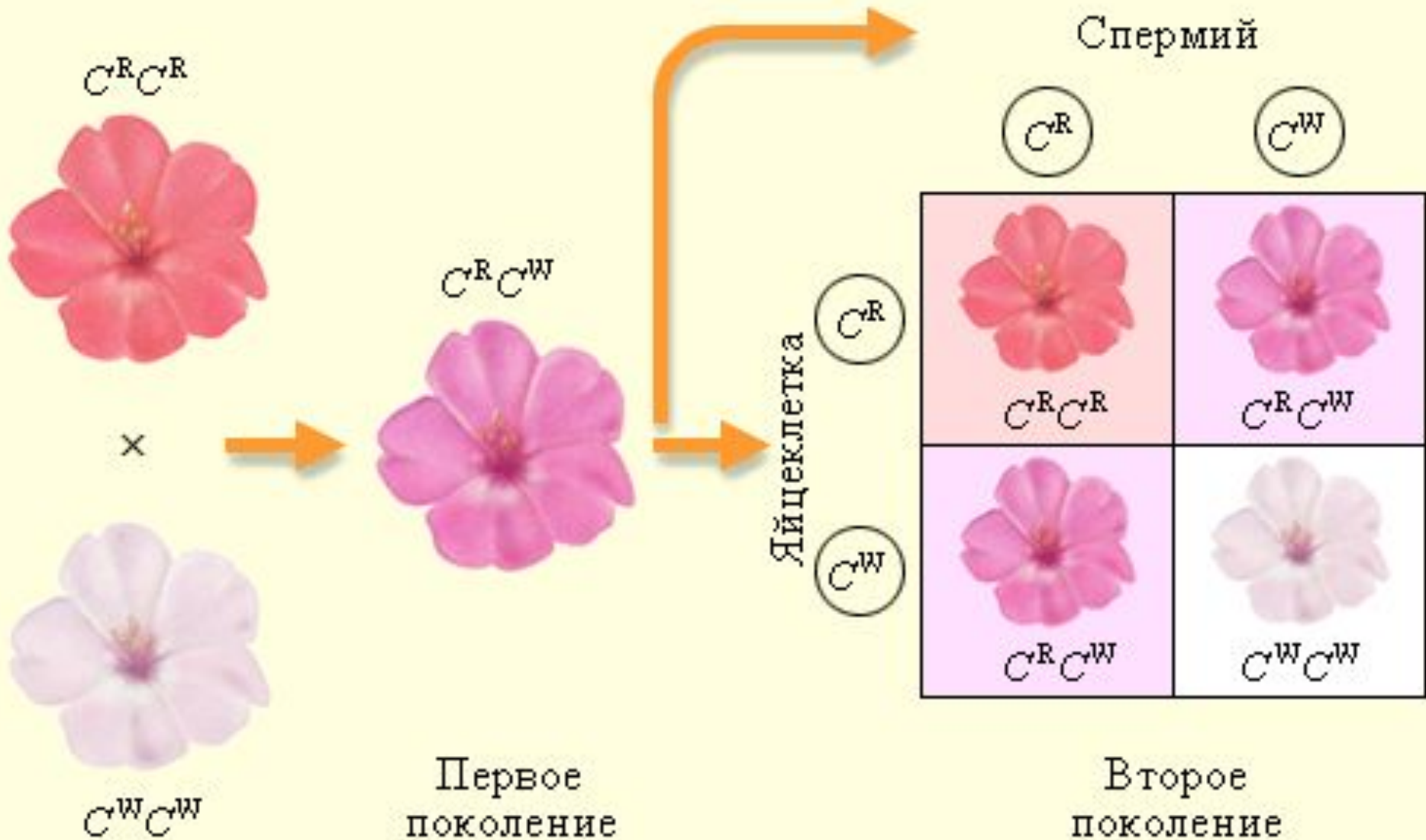


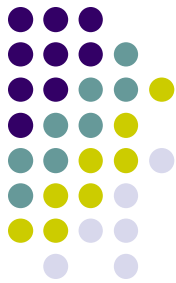
Генотип	А А	?	А а
Фенотип	Жёлтые семена 		Жёлтые семена 

## Результаты анализирующего скрещивания

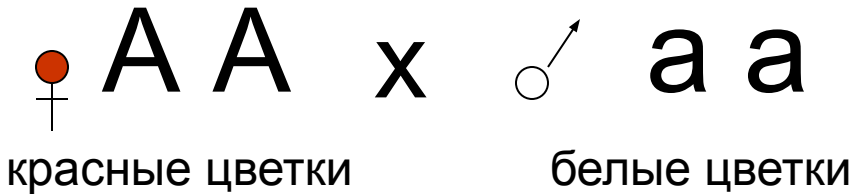
100 %	50 %	50 %
растения с желтыми семенами	растения с желтыми семенами	растения с зелёными семенами
		

# Неполное доминирование

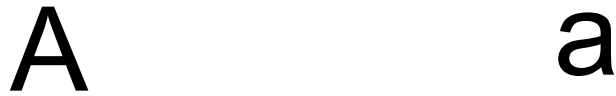




P



G

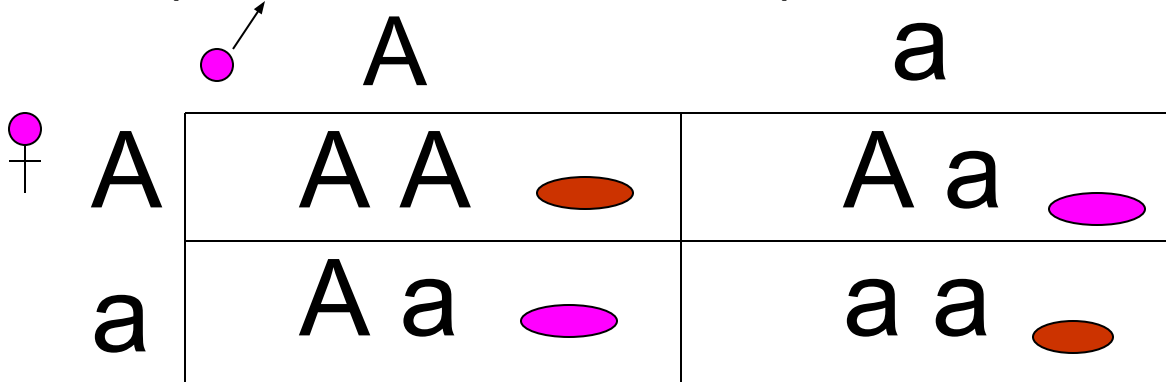


(гаметы)

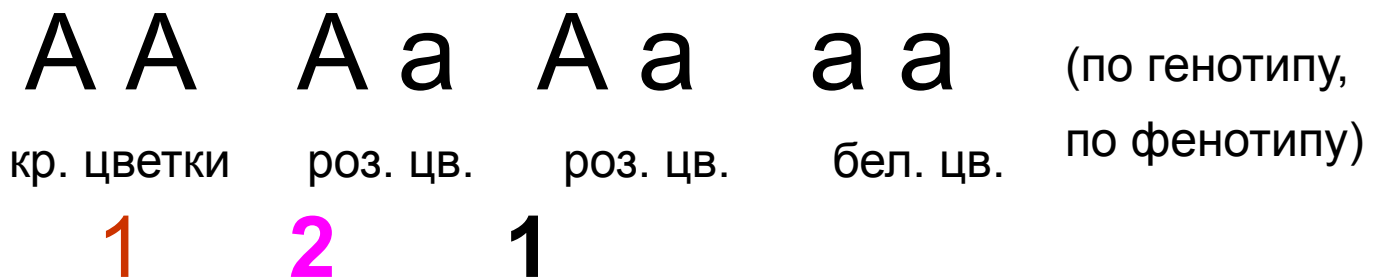
F<sub>1</sub>

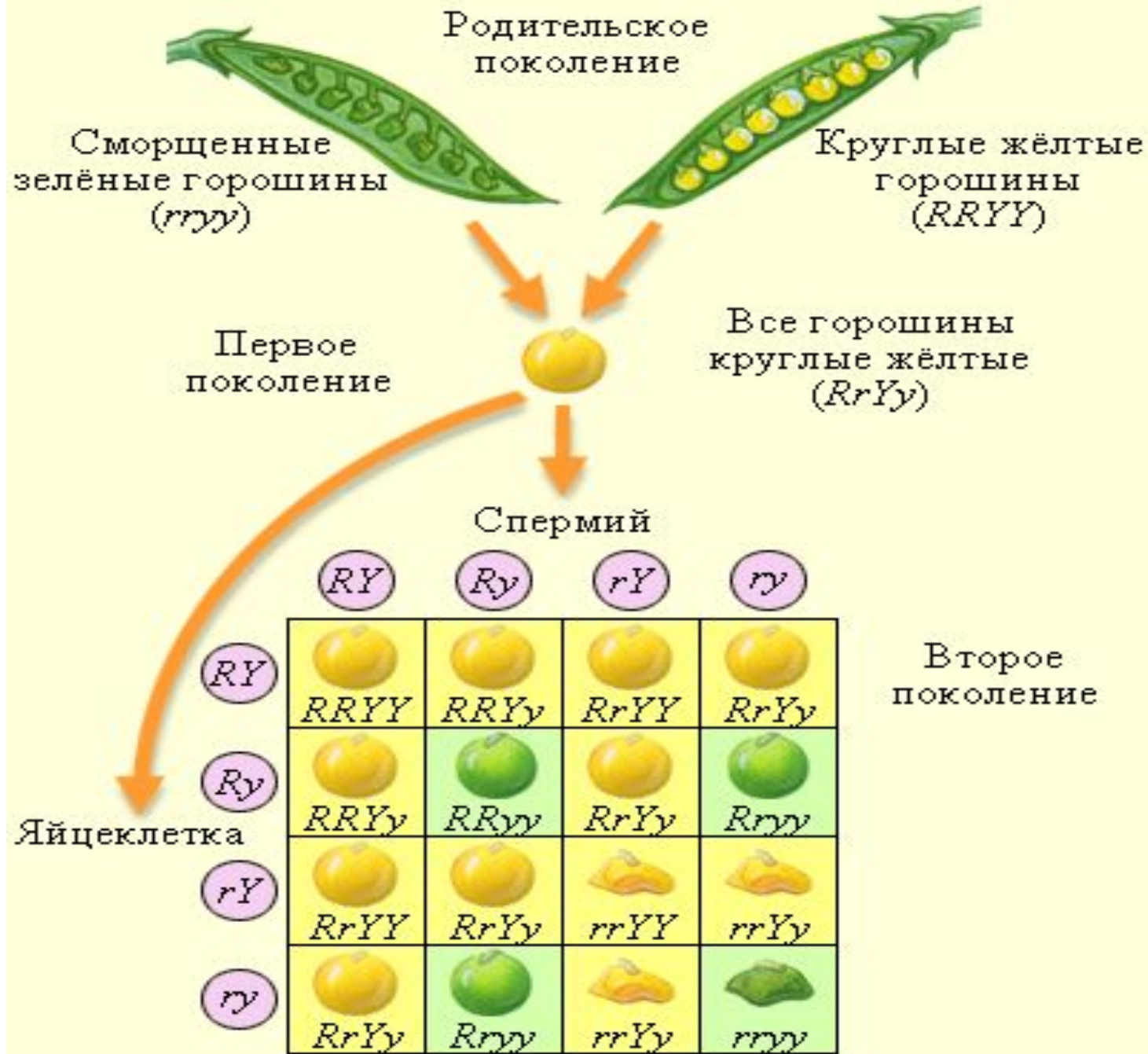
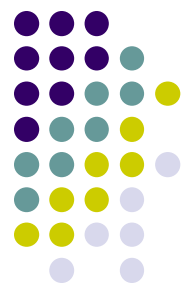


G

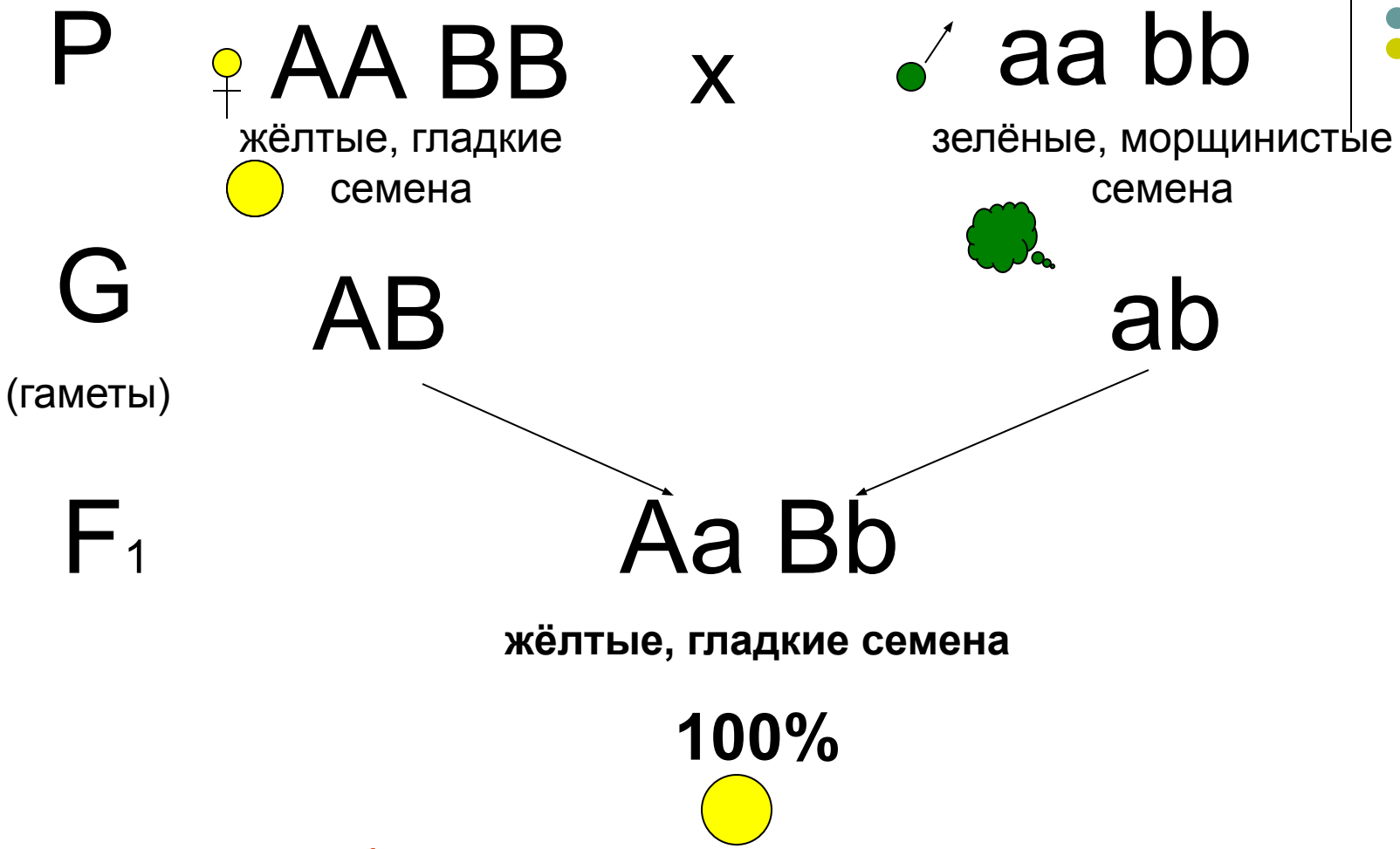


F<sub>2</sub>





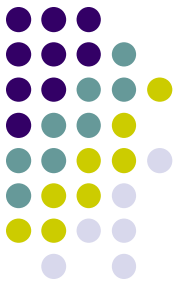




**Понятия:** дигибридное скрещивание, гомозигота, гетерозигота, гаметы, доминантный признак, рецессивный признак, аллельные гены, решётка Пеннета

# III закон Менделя –

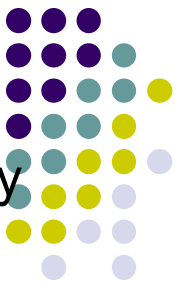
## закон независимого расщепления



$F_1$  ♀ **Aa Bb** жёлтые, гладкие семена  $\times$  ♂ **Aa Bb** жёлтые, гладкие семена

**G** (гаметы)

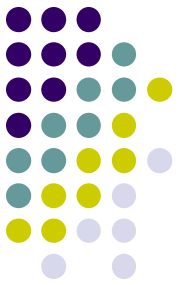
	♂ <b>AB</b>	<b>Ab</b>	<b>aB</b>	<b>ab</b>
♀ <b>AB</b>	<b>AABB</b> ●	<b>AABb</b> ●	<b>AaBB</b> ●	<b>AaBb</b> ●
<b>Ab</b>	<b>AABb</b> ●	<b>AAbb</b> ●	<b>AaBb</b> ●	<b>Aabb</b> ●
<b>aB</b>	<b>AaBB</b> ●	<b>AaBb</b> ●	<b>aaBB</b> ●	<b>aaBb</b> ●
<b>ab</b>	<b>AaBb</b> ●	<b>Aabb</b> ●	<b>aaBb</b> ●	<b>aabb</b> ●
	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
	ж. гл. с.	ж. морщ. с.	зел. гл. с.	зел. морщ. с.



**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*)



# ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

(Решить одну задачу по выбору)

*руководство размещено ниже.*

## **Задача 2-2**

Гладкая окраска арбузов наследуется как рецессивный признак. Какое потомство получится от скрещивания двух гетерозиготных растений с полосатыми плодами?

## **Задача 2-5**

Седая прядь волос у человека – доминантный признак. Определить генотипы родителей и детей, если известно, что у матери есть седая прядь волос, у отца – нет, а из двух детей в семье один имеет седую прядь, а другой не имеет.

## **Задача 2-8**

У овса ранняя спелость доминирует над позднеспелостью. На опытном участке от скрещивания позднеспелого овса с гетерозиготным раннеспелым получено 69134 растения раннего созревания. Определить число позднеспелых растений.

## **Задача 2-20**



## АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПО ГЕНЕТИКЕ

---



1. Внимательно читаем условие задачи (лучше прочитать 2 раза).

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

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

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

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

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

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



При записи гамет мы должны помнить, что

- каждая гамета получает гаплоидный (одинарный) набор хромосом (генов);
- все гены имеются в гаметах;
- в каждую гамету попадает только одна гомологичная хромосома из каждой пары, то есть только один ген из каждой аллели;
- потомок получает одну гомологичную хромосому (один аллельный ген) от отца, а другой аллельный ген – от матери;
- гетерозиготные организмы при полном доминировании всегда проявляют доминантный признак, а организмы с рецессивным признаком всегда гомозиготны;
- буквенные обозначения того или иного типа гамет записываем под обозначениями генотипов, на основе которых они образуются.

6. Заполняем решётку Пеннета, находим в ней интересующие нас генотипы и фенотипы потомков и вычисляем вероятность их появления. В решётке Пеннета по горизонтали располагаем женские гаметы, а по вертикали – мужские. В ячейки решётки вписываем образующиеся сочетания гамет – зиготы. Затем записываем фенотипы потомства.

7. Даём ответы на все вопросы задачи (ответы убедительно аргументируем!).

#### Основные правила, помогающие в решении генетических задач

Правило	Если ...	то ...
1	при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в их потомстве наблюдается расщепление признаков в соотношении 3 : 1,	эти особи гетерозиготны (моногибридное скрещивание, полное доминирование).
2	при скрещивании фенотипически одинаковых (по одной паре признаков) особей в первом поколении гибридов происходит расщепление признака на три фенотипические группы в соотношении 1 : 2 : 1,	эти особи гетерозиготны (моногибридное скрещивание, неполное доминирование).



3	в результате скрещивания особей, отличающихся друг от друга фенотипически по одной паре признаков, получается потомство, у которого наблюдается расщепление по той же паре признаков в соотношении 1 : 1,	одна из родительских особей была гетерозиготна, а другая – гомозиготна по рецессивному признаку (моногибридное анализирующее скрещивание).
4	при скрещивании двух фенотипически одинаковых особей в потомстве происходит расщепление признаков в соотношении 9 : 3 : 3 : 1,	родительские особи были дигетерозиготными (дигибридное скрещивание).
5	в результате скрещивания особей, отличающихся друг от друга фенотипически по двум парам признаков, получается потомство, у которого наблюдается расщепление признаков в соотношении 1 : 1 : 1 : 1,	одна из родительских особей была дигетерозиготна, а другая – дигомозиготна по рецессивному признаку (дигибридное анализирующее скрещивание).



- правильно оформить решение задачи – составить схему (-ы) скрещивания (-ий);
- указать в каждом элементе ответа фенотипы и генотипы родителей и потомков, а также гаметы;
- ответить на все поставленные в задаче вопросы;
- результаты прокомментировать;
- указать законы, которыми вы пользовались при решении задачи.

Эксперт при проверке выставит вам:

- 3 балла – за абсолютно верный и полный ответ;
- 2 балла – за верное решение задачи в целом;
- 1 балл – за любой полный и верный элемент ответа, например, если верно указаны 1-й и 3-й элементы, но схема скрещивания отсутствует;
- 0 баллов, если генотипы родителей указаны неверно.

Поэтому очень важно правильно оформлять решение задачи, отвечать на все вопросы и комментировать полученные результаты.

Итак, рассмотрим примеры решения и оформления некоторых генетических задач.

**Пример 1.** У человека ген длинных ресниц доминирует над геном коротких, а широкие пушистые брови — над нормальными. Женщина с длинными ресницами и широкими пушистыми бровями, у отца которой были короткие ресницы и нормальные брови, вышла замуж за мужчину с доминантными признаками, гомозиготного по обоим аллелям. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, фенотипы и генотипы возможного потомства. Объясните полученные результаты.

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

Признак, фенотип	Ген, генотип
Длинные ресницы	A
Короткие ресницы	a
Широкие пушистые брови	B
Нормальные брови	b
P: ♀ длинные ресницы и широкие пушистые брови	A_ B_
♂ длинные ресницы и широкие пушистые брови	AABB
F <sub>1</sub> : ?	?











**4. Объясняем решение задачи.** Дигибридное скрещивание (рассматривается наследование двух пар признаков – структура волос и форма ушей), гены находятся в разных хромосомах, доминирование признака структура волос неполное. Так как в семье появился ребёнок с оттопыренными ушами, то родители по этой аллели гетерозиготные и их генотипы: ♀  $\bar{A}\bar{A}Vb$ , ♂  $aaVb$ . Признак курчавые волосы доминирует не полностью, поэтому у всех детей в этой семье могут быть только волнистые волосы. Вероятность появления в дальнейшем детей с волнистыми волосами и оттопыренными ушами – 25% (1/4).

**5. Записываем ответ. Ответ:**

1) генотипы родителей: ♀ (курчавые волосы, нормальные уши) –  $\bar{A}\bar{A}Vb$  (гаметы  $\bar{A}V$ ,  $\bar{A}b$ ), ♂ (прямые волосы, нормальные уши) –  $aaVb$  (гаметы  $aV$ ,  $ab$ );

2) генотипы и фенотипы родившихся детей – 75% (3/4) волнистые волосы, нормальные уши ( $\bar{A}aV_$ ), 25% (1/4) волнистые волосы, оттопыренные уши ( $\bar{A}abb$ );

3) вероятность рождения детей с волнистыми волосами и оттопыренными ушами – 25% (1/4).