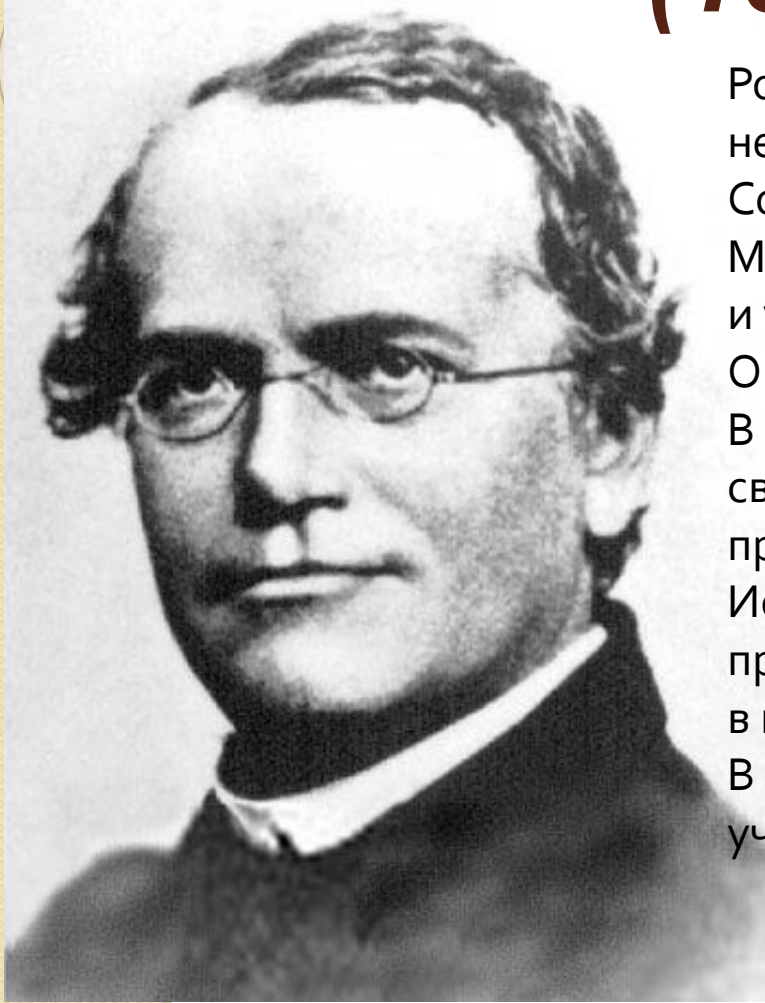


# Грегор Мендель

## (1822-1884)



Родился Иоганн Мендель в семье крестьянина небольшой деревушке Хинчицы на территории Современной Чехии.

Мальчик отличался незаурядными способностями, и учился превосходно.

Он закончил гимназию и философские курсы.

В 1843 году он принял монашеский сан и получил свое второе имя – Грегор. Позднее его провозглашают в священники.

Иоганн всегда мечтал стать учителем биологии, но он провалил экзамен. После поступает в Брюнне школу в качестве помощника учителя физики и биологии.

В 1854 году Мендель высаживает горох на крохотном участке в монастыре и делает свои открытия.

# Основные понятия

## генетики

Аллельные гены - парные гены –различные формы одного и того же гена.

Ген – участок молекулы ДНК.

Генотип – совокупность генов, полученных от родителей.

Гетерозигота – особь, которая даёт гаметы разных сортов.

Гибриды – организмы, получающиеся в результате скрещивания.

Гомозигота – особь , которая даёт гаметы одного сорта.

Дигибридное скрещивание- скрещивание по двум парам признаков.

Доминантный признак- признак, который проявляется всегда.

Изменчивость – способность организмов приобретать в течение жизни новые признаки и свойства.

Моногибридные скрещивания- скрещивание по одной паре признаков.

Полигибридное скрещивание- скрещивание по нескольким парам признаков.

Рецессивный признак- признак, который подавляется.

Фенотип – совокупность внешних и внутренних признаков и свойств организмов

Символ	Характеристика
♀	Женский организм
♂	Мужской организм
×	Знак скрещивания
P	Родительские организмы
F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub>	Потомки, гибриды первого или второго поколения
A, B, C	Гены, которые кодируют доминантные признаки
a, b, c	Гены, которые кодируют рецессивные признаки
AA, BB, CC, DD	Генотипы моногомозиготных особей по доминантному признаку
aa, bb, cc, dd	Генотипы моногомозиготных особей по рецессивному признаку
Aa, Bb, Cc, Dd	Генотипы моногетерозиготных особей
AABB, AABbCC	Генотипы ди-и тригомозиготных особей
Aa, Bb, AaBbCc	Генотипы ди-и три гетерозиготных особей

## Характеристика

### СИМВОЛ

$\bar{A} \bar{B}$ $a b$	Генотипы дигетерозигот в хромосомном виде при независимом наследовании признаков
$\overline{CD}$ $cd$	Генотипы дигетерозигот в хромосомном виде при сцепленном наследовании признаков
$A; B; C; D...$ $AB; Ab; ABc...$ Или 	Гаметы

## При решении задач на взаимодействие аллельных генов необходимо:

1. Определить доминантный и рецессивный признак(-и) по условию задач, рисунку, схеме или по результатам скрещивания  $F_1, F_2$ .
2. Ввести буквенные обозначения доминантного и рецессивного признаков, если они не даны в условии задачи.
3. Записать фенотипы и генотипы родительских форм.
4. Записать фенотипы и генотипы потомков.
5. Составить схему скрещивания, обязательно указать гаметы, которые образуют родительские формы.
6. Записать ответ.

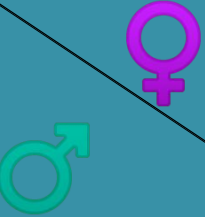
## При решении задач на взаимодействие неаллельных генов необходимо:

1. Сделать краткую запись задачи.
2. Если признак не один, вести анализ каждого признака отдельно, сделав по каждому признаку соответствующую запись.
3. Применить формулы моногибридного скрещивания, если ни одна из них не подходит, то...
4. Сложить все числовые показатели в потомстве, разделить сумму на 16, найти одну часть и выразить все числовые показатели в частях.
5. Исходя из того, что расщепление в F<sub>2</sub> дигибридного скрещивания идет по формуле 9A\_B:3A\_bb:1aabb, найти генотипы F<sub>2</sub>.
6. По F<sub>2</sub> найти генотипы F<sub>1</sub>.
7. По F<sub>2</sub> найти генотипы родителей.

# **План решения задач по генетике**

**Решение генетических задач позволяет понять сущность процессов наследования различных признаков. Генетические задачи имеют единый принцип решения. Большинство ошибок, которые учащиеся допускают при решении задач, связано с невыполнением простых правил .**

# Решетка Пеннета

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABV Желтые гладкие	AAVb Желтые гладкие	AaBV Желтые гладкие	AaVb Желтые гладкие
Ab	AAVb Желтые гладкие	Aabb Желтые морщинистые	AaVb Желтые гладкие	Aabb Желтые морщинистые
aB	AaBV Желтые гладкие	AaVb Желтые гладкие	aaBV Зеленые гладкие	aaVb Зеленые гладкие
ab	AaVb желтые гладкие	Aabb Желтые морщинистые	aaVb Зеленые гладкие	aabb Зеленые морщинистые



Расщепление по фенотипу – 9 желтые гладкие : 3 желтые морщинистые: 3 зеленые гладкие : 1 зеленые морщинистые.

Проанализируем, как наследуются признаки по отдельности.

Наследование окраски семян- соотношение желтых к зеленым:

12:4= 3:1 (по второму закону Менделя).

Наследование формы семян- соотношение гладких к морщинистым: 12:4= 3:1 (тоже как по второму закону Менделя).

Оба признака наследуются в соотношении  $(3:1)^2 = 9:3:3:1$

Фенотипический радикал дигибридного скрещивания:

9 A_B	3 A_bb	3 aaB_	1 aabb
-------	--------	--------	--------

# I. Запись условия генетической задачи .

Условие задач необходимо записать в виде символов. Вначале записывают, что надо (признаки родительских форм) и что требуется определить( признаки потомков):

- Родительские организмы обозначают латинской буквой P, на первом месте принято ставить женский пол- ♀ (зеркало Венеры) , на втором- мужской ♂ (щит и копье Марса)
- Потомство от скрещивания( гибриды) обозначают буквой F, цифрой в индексе обозначают порядок поколения, например: F1, F2, F3...Fn.
- Доминантный признак обозначают произвольно( если не дается определенное обозначение признака в условии задачи) 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 .

## ***2. Определение типа задачи.***

Необходимо выяснить , сколько пар генов кодирует эти признаки, число фенотипических классов в потомстве и их количественное соотношение. Кроме этого, следует учитывать, связано ли наследование признака(-ов) с половыми хромосомами , сцепленное оно или независимое, а также какие гены взаимодействуют при наследовании- аллельные или неаллельные.

### 3. Решение задачи.

Решать генетическую задачу необходимо определенной последовательности. Сначала составляют цитологическую схему скрещивания родительных форм( указывают фенотипы),

их гаметы, а затем решетку Пеннета для расчета возможных типов зигот (потомков) и их фенотипы.

При записи гамет учащиеся должны помнить, что :

- Каждая гамета получает гаплоидный(одинарный) набор хромосом (генов);
- Все гены имеются в гаметах;
- В каждую гамету попадают 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 в рецессивным признаком всегда гомозиготны.

В решетке Пеннета по горизонтали располагают женские гаметы, а по вертикали –мужские.

В ячейке решетки вписывают образующиеся сочетания гамет- зиготы.

Затем записывают фенотипы потомства.

## **4. Объяснение решение задачи.**

*Необходимо указать, по каким законам и принципам происходит наследование признаков.*

## **5. Ответ**

***В ответе необходимо ответить на все вопросы, поставленные в задаче.***

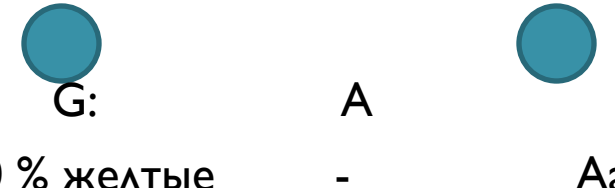

# Первый закон Г. Менделя

«закон доминирования, или единообразия гибридов первого поколения», или «правило Менделя»: при моногибридном скрещивании гомозиготных особей у гибридов первого поколения проявляются только доминантные признаки- оно фенотипически единообразно.

Г.Мендель использовал для скрещивания сорта гороха , различающиеся по одной паре признаков- окраске семян( желтые и зеленые, гомозиготные).

Признак	Ген
Желтый	A
Зелёный	a

♀ желтые	×	♂ зеленые
AA		
		
G: A		a
F1: 100 % желтые	-	Aa

# Второй закон Г. Менделя

«закон расщепления»: при моногибридном скрещивании во втором поколении гибридов наблюдается расщепление признаков в соотношении 3:1 по фенотипу и 1:2:1- по генотипу .

Г.Мендель взял в качестве родительских форм из первого поколения (желтые, гетерозиготные).

Признак	Ген	P: ♀ жёлтые	×	♂ жёлтые
Желтый	A	Aa		Aa
Зелёный	a	G: ● A ● a		● A ● a
		жёлтые		жёлтые
				зелёные

по фенотипу:

3 жел.:

1 зел.

по генотипу:

1AA : 2Aa : 1

	♀	A	a
♂	A	AA желтые	Aa желтые
	a	Aa желтые	aa зеленые



## Определение вероятности рождения потомства с искомыми признаками

**Вероятность появления особей с тем или иным генотипом можно определить по формуле:**

$$\text{вероятность} = \frac{\text{число ожидаемых событий}}{\text{число всех возможных событий}}$$

# Третий закон Г.Менделя

**«закон независимого наследования признаков»** : при дигибридном скрещивании у гибридов расщепление по каждой паре происходит независимо от других пар по фенотипу и соотношению 9:3:3:1.

Г.Мендель скрещивал сорта гороха , которые между собой отличались по двум парам признаков- окраске семян ( жёлтые и зеленые) и форме семян ( гладкие и морщинистые).

Признак	Ген	P:	♀ желтые гладкие	×	♂ зеленые морщинистые
Желтый	A	G:	AABB		aabb
Зеленый	a		AB		ab
Гладкая	B	F1:	100% желтые гладкие – AaBb		
Морщинистая	b				
		P:	♀ желтые гладкие	×	♂ желтые гладкие
			AaBb		AaBb
		G:	AB; Ab; aB; ab		AB; Ab; aB; ab
		F2:	9A_B_:3A_bb:3aabb:1aabb		

# *Гипотеза чистоты гамет*

Почему же при гибридизации не возникают стойких гибридов, а наблюдается расщепление в строго определенном соотношении?

Г. Мендель предложил гипотезу чистоты гамет ( в то время еще не был открыт механизм митоза , мейоза , образования).

Гаметы несут материальные наследственные факторы- гены, которые определяют развитие того или иного признака.

Гипотеза чистоты гамет утверждает , что у гетерозиготной особи половые клетки чисты , то есть имеют по одному гену из данной пары. Пары альтернативных признаков не смешиваются при образовании гамет. Это обозначает , что у гибрида  $Aa$  будут в равной степени возникать гаметы с геном  $A$  и с геном  $a$ .

# **Взаимодействие аллельных генов**

- 1. Полное доминирование.**
- 2. Неполное доминирование.**
- 3. Кодоминирование**
- 4. Сверхдоминирование.**
- 5. Множественные аллели.**



**1. Полное доминирование**- доминантная аллель полностью скрывает присутствие рецессивной аллели.(см. I закон Менделя)

**2. Неполное доминирование**-

Имеет место проявление промежуточного признака.

Например, наследование окраски цветков у ночной красавицы:

P: ♀ красные AA × ♂ белые aa

G:  A  a

F1: 100% розовые

F2: 1 красный : 2 розовых : 1 белый

— 1 AA : 2 Aa : 1 aa

### **3. Кодоминирование**- проявление у гетерозигот признаков, детерминируемых двумя аллелями.

Например, каждая аллель кодирует определенный белок, а у гетерозигот синтезируется оба белка. Так наследуются группы крови у человека.

Фенотипы	Генотип
1 группа (00)	$I^o I^o$
2 группа (AA, A0)	$I^a I^a, I^a I^o$
3 группа (BB, B0)	$I^b I^b, I^b I^o$
4 группа (AB)	$I^a I^b$

## **4. Сверхдоминирование.**

Доминантный ген в гетерозиготном состоянии имеет более сильное проявление, чем в гомозиготном.

Например, у дрозофилы известна рецессивная летальная мутация, гетерозиготы обладают большей жизнеспособностью, чем гомозиготы.

## 5. Множественные аллели.

Иногда к числу аллельных могут относиться не два, а больше число генов. Кроме основных- доминантного и рецессивного- генов. Появляются промежуточные, которые по отношению к доминантному ведут себя как рецессивные, а по отношению к рецессивному- как доминантные.

Например:

У кроликов сплошная черная окраска обусловлена доминантным геном **A**, гомозиготные рецессивные животные (**aa**)- белые. Но существуют еще несколько состояний этого гена , имеющие собственный фенотип в гомозиготе- шиншиловой (**ach ach**) и гималайской (**ah, ah**) окраски. Шиншилла- сплошная серая масть, а гималайский- белый, но кончике ушей, хвоста, ног и носа окрашены.

Ген **ah** по отношению к гену **a** ведет себя как доминантный.

Ген **ach** по отношению к генам **a** и **ah** ведет себя как доминантный.

Ген **A** доминирует всегда.

Фенотип	Генотип
черный	AA, Aach, Aah, Aa
шиншиловый	ach ach, ach ah, ach a.
гималайский	Ah ah, ah a
белый	aa



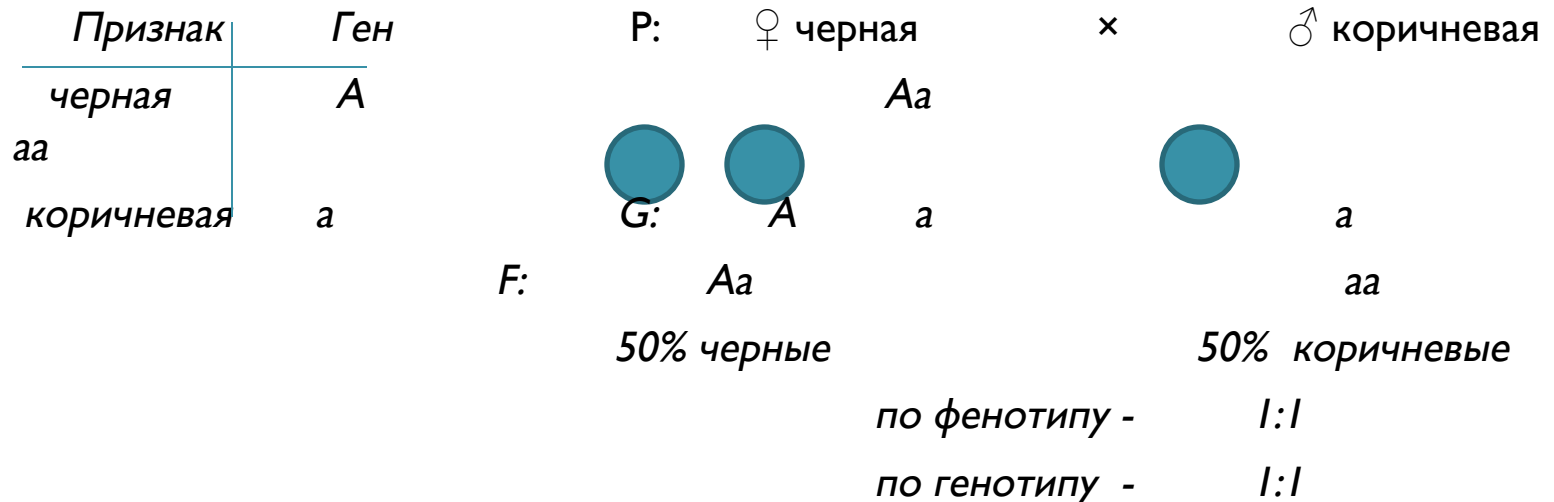
# Анализирующее

## скрещивание

Используется для определения генотипа организма, имеющего фенотипическое проявление доминантного признака. Для этого скрещивают чисто рецессивную особь с исследуемой, генотип которой необходимо установить, так как по фенотипу нельзя установить генотип у особей с доминантными признаками.

Например, при скрещивании мышей с черной окраской шерсти (доминантный признак) и коричневой (рецессивный признак) получено потомство: 50% мышей имеют черную окраску шерсти и 50%- коричневую. Требуется установить генотип мышей с черной окраской шерсти.

Так как в процессе скрещивания происходит расщепление, то, следовательно, мыши с черной окраской- гетерозиготны (Aa).



## ***Взаимодействие неаллельных генов***

- 1. Кооперация***
- 2. Комплементарное действие генов***
- 3. Эпистаз***
- 4. Полимерия***
- 5. Плейотропия***
- 6. Модифицирующее действие генов***

# I. Кооперация

Появление новообразований при совместном действии двух доминантных неаллельных генов, когда в гомозиготном или гетерозиготном состоянии развивается новый признак, отсутствующий у родителей форм. При таком взаимодействии во втором поколении (F2) возможно следующее расщепление:

расщепление в F2	Возможные генотипы F2
9 : 3 : 3 : 1	9 A_B_ : 3A_bb: 3aaB_ : 1aabb

## **2. Комплементарное действие генов**

*Один доминантный ген дополняет действие другого доминантного гена, обуславливая развитие признака по типу взаимопомощи, взаимодополнения друг друга в развитии признака. При комплементарном действии возможны генотипы в F2.*

Расщепление в F2	Возможные генотипы F2
9: 3: 4	$9A\_B\_ : 3A\_bb(3aaB\_ + 1aabb)$
9: 6:1	$9A\_B\_ : (3A\_bb + 3aaB\_): 1aabb$
9:7	$9A\_B\_ : (3A\_bb + 3aaB\_ + 1aabb)$

### 3. Эпистаз

Один ген подавляет действие другого гена, антагонистический тип взаимодействия. Если ген А подавляет действие гена В- доминантный эпистаз; если ген сс подавляет действие гена D- рецессивный эпистаз; взаимное подавление рецессивными генами, находящимися в гомозиготном состоянии, доминантных аллелей (сс>D и dd>C)- двойной рецессивный эпистаз.

Ген, который подавляет действие другого гена, называется **ингибитор, или супрессор ( I-ингибитор)**

Расщепление в F2	Возможны генотипы F2
13:3	(9C_I_+ccI_+1ccii):3C_ii
12:3:1	(9C_I+3C_ii):3ccI_:1ccii
9:3:4	9C_I_:3C_ii:(3ccI_+1ccii)

**4. Полимерия** – несколько доминантных генов отвечают за развитие одного и того же признака, взаимодействие однозначных генов, т.е. различных генов с одинаковым действием. Обычно эти гены определяют количественные признаки (окраска кожи человека, интенсивность роста, скороспелость, яйценоскость, количество молока и его жирность, содержание витаминов в плодах, яровость, озимость, длина колоса, живая масса, прирост, настриг шерсти), а также морфологические, физиологические и патологические особенности человека.

Например, степень пигментации кожи определяется двумя парами (на самом деле – большим количеством) генов. В соответствии с этим по данному признаку людей можно условно разделить на 5 фенотипов: негры (AABB), темные мулаты (AABb или AaBB), средние мулаты (AaBb, aaBB или AAbb), светлые мулаты (Aabb или aaBb) и белые (aabb).

**5. Плеотропия** –зависимость нескольких признаков от одного гена. Например, у человека известна аномалия синдром Марфана под названием «паучьи пальцы» (очень тонкие и длинные пальцы), которая обусловлена геном, одновременно вызывающим дефект хрусталика глаза , порока сердца и нарушения деятельности сосудов.

## **6. Модифицирующее действие генов.**

Гены-модификаторы усиливают или ослабляют развитие признаков, кодируемых «основным» геном. Возможно, что каждый ген является одновременно геном основного действия для «своего» признака и модификатором для других признаков. Таким образом, фенотип- это результат взаимодействия генов и генотипа с внешней средой в онтогенезе .

# ***Генетика пола. Наследование, сцепленное с полом***

Людей давно интересовало, от чего зависит пол человека или животного. У мужских и женских организмов все пары хромосом, кроме одной, одинаковы и называются **аутосомами**.

Хромосомы, которые имеют отношение к определению пола, называются **половыми**.

Они обозначаются X и Y.


*Существуют несколько типов определения пола.*

- 1. Прогамное определение пола ( перед оплодотворением ).*
- 2. Эпигамное определение пола ( после оплодотворения ).*
- 3. Сингамное определение пола ( в момент оплодотворения ).*



## *Сингамное определение пола зависит от баланса хромосом*

Группы организмов	Определение пола		
	♀ женский	♂ мужской	тип
Некоторые отряды насекомых	<b>XX</b>	<b>X0</b>	<b>X0</b>
Большинство рыб, растений, млекопитающие, дрозофила, некоторые отряды насекомых	<b>XX</b>	<b>XY</b>	<b>XY</b>
Бабочки, пресмыкающиеся, птицы, некоторые виды растений, рыб	<b>XY</b>	<b>XX</b>	<b>XY</b>
Некоторые виды насекомых (моль)	<b>X0</b>	<b>XX</b>	<b>X0</b>
Перепончатокрылые	<b>2n</b>	<b>n</b>	<b>n-2n</b>



В половых хромосомах имеются гены, не только отвечающие за определение пола. Но и контролирующие обычные признаки. Поскольку пар половых хромосом отличается друг от друга по величине и форме, то аллели генов могут быть только в X-хромосоме, а в Y-хромосоме отсутствовать.

Признаки, определяемые этим генами, наследуются сцепленно с полом.

Такой признак передачи признаков называют наследованием «крис-кросс» (крест –накрест), то есть признаки от матери передаются сыновьям, а от отца – к дочерям.