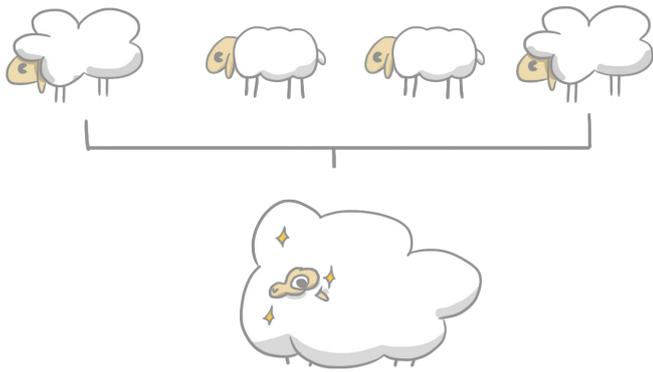


Мендель и его опыты

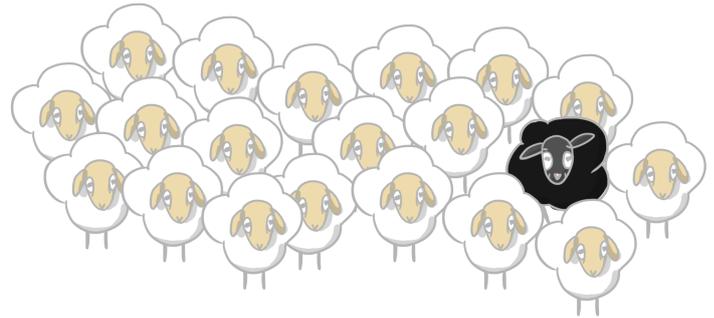
Со времен древнего мира, люди интуитивно понимали, что признаки, которые необходимы человеку, можно постараться закрепить. Например, если мы хотим вывести овец с очень длинной шерстью, нам необходимо отбирать в помете самых длинношерстных овец и скрещивать их друг с другом. Именно так и были выведены многочисленные породы домашних животных и сорта растений.



С другой стороны, многие люди часто замечали, что в семье кареглазых людей иногда мог родиться голубоглазый ребенок, если, например, бабушка или дедушка были голубоглазыми.

Однако до XIX века, когда некоторые европейские исследователи стали пытаться проводить опыты по скрещиванию различных животных и растений, четкого объяснения этим явлениям не было.

К середине XIX века ученые узнали, что есть признаки, которые проявляются довольно часто, а есть признаки, которые по какой-то причине могут проявляться, а могут и не проявляться.



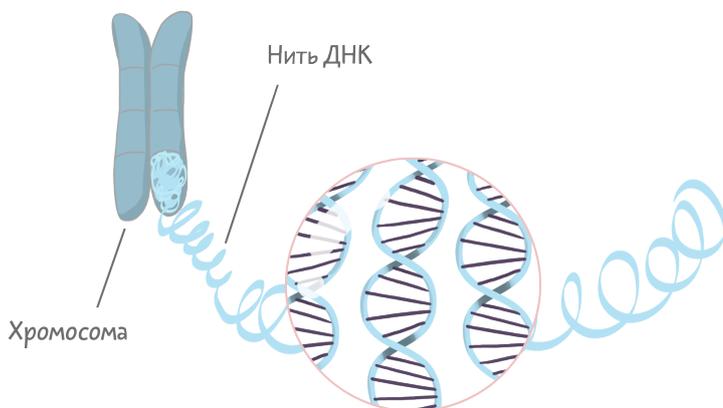
Грегор Иоганн Мендель

В XIX веке, в 1822 году, на свет родился **Грегор Иоганн Мендель** – человек, которого по праву можно назвать первым генетиком.

Для своего исследования Мендель выбирал объекты с так называемыми альтернативными признаками: семена гороха могут быть гладкими, а могут быть морщинистыми без каких-либо промежуточных переходов, а цветки – либо белые, либо красные. Другой важной особенностью метода Менделя было использование чистых линий – организмов, которые при скрещивании на протяжении многих поколений дают абсолютно одинаковых потомков по выбранным признакам.

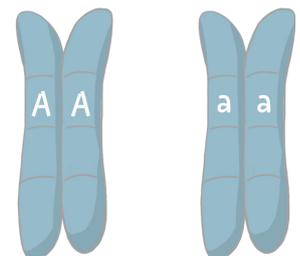
Вскоре Мендель понял, что из двух альтернативных признаков один будет проявляться часто, практически всегда, а другой – лишь иногда, то есть один признак будет подавлять проявление другого. Он назвал такие признаки, соответственно, **доминантными** и **рецессивными**. Доминантные признаки в генетике обозначаются большими буквами, рецессивные – малыми.

Грегор Иоганн Мендель оперировал только понятиями признаков – единственным проявлением наследственности, которое было ему доступно. Однако сейчас мы знаем, что единицей наследования является ген, то есть фрагмент молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты – ДНК, который обычно отвечает за один признак. ДНК представляет собой длинную цепь, закрученную в виде спирали. Нити ДНК упаковываются в специальные структуры, которые называются хромосомами.



Каждая хромосома перед делением клетки состоит из двух абсолютно одинаковых хроматид, то есть из двух одинаковых молекул ДНК. Каждый из генов при этом может быть представлен в нескольких вариантах, которые называются аллелями. Большинство многоклеточных организмов обладает двойным, или диплоидным, набором хромосом. Это значит, что каждая хромосома имеет сестринскую, гомологичную хромосому, которая несет такой же набор генов, но может содержать другие аллели. Например, если

в одной хромосоме находится ген **A**, то в обеих хроматидах будут находиться одинаковые аллели. Но в гомологичной хромосоме может содержаться другой аллель – **a**, также одинаковый в обеих хроматидах. Мы можем записать эту ситуацию как **AAaa**. Однако так как мы знаем, что в двух хроматидах одной хромосомы аллель всегда один и тот же, мы можем сократить эту запись до **Aa**. Таким образом мы видим три варианта сочетаний аллелей: **AA**, **Aa** и **aa**. Организмы, которые несут одинаковые аллели (**AA** и **aa**) называются гомозиготами, а несущие разные аллели (**Aa**) – гетерозиготами.



Aa — гетерозигота
AA
aa } гомозигота

Первый закон Менделя

(закон единообразия гибридов первого поколения)

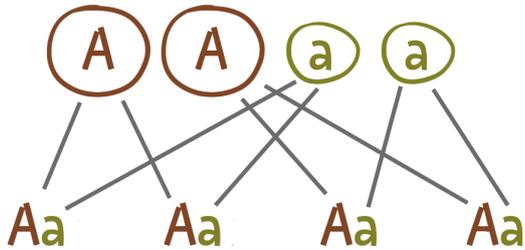
При скрещивании двух чистых линий, различающихся по какому-либо признаку, мы получим гибриды, у которых будет проявляться только один из признаков, то есть гибриды будут единообразны. Именно этот признак и называется доминантным.



Мендель рассматривал лишь фенотип – внешние проявления признаков. Мы же, обладая знаниями о генах и хромосомах, можем рассмотреть, что происходит на уровне генотипа, то есть совокупности всех генов.

В этом случае мы скрещиваем два гомозиготных организма. Мы знаем, что половые клетки, в отличие от обычных клеток, имеют одинарный (гаплоидный) набор хромосом. Получается, что родитель с генотипом **AA** дает гаметы с аллелем **A**, а родитель с генотипом **aa** – гаметы **a**. При встрече гамет одного организма с гаметами другого мы получим следующие возможные сочетания:

AA × aa

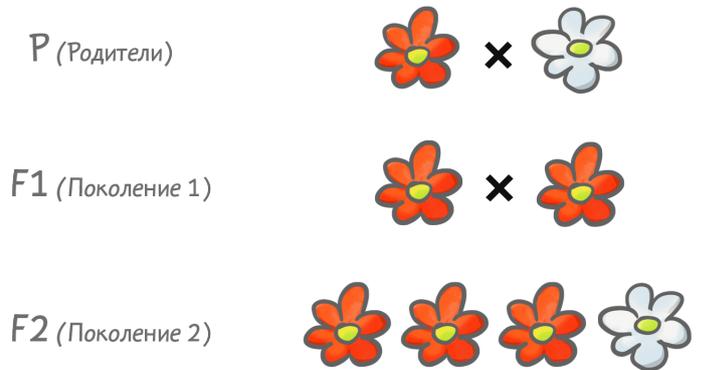


То есть все потомки этих двух организмов будут иметь одинаковый генотип, а значит, и одинаковые признаки, причем доминантный аллель **A** будет подавлять проявление рецессивного аллеля **a**, поэтому все потомки будут похожи на родителя с генотипом **AA**.

Второй закон Менделя

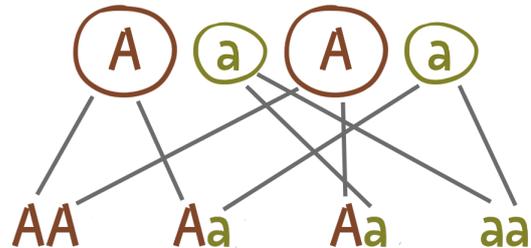
(закон расщепления)

Если мы возьмем гибриды первого поколения, полученные в предыдущем опыте, и скрестим их между собой, то у их потомков – гибридов второго поколения – в четверти случаев снова будет проявляться признак одного из родителей – тот, который не проявлялся в первом поколении, то есть рецессивный.



Если рассматривать генотипы в данном скрещивании, то мы имеем дело со скрещиванием двух гетерозиготных организмов. Каждый из этих организмов будет давать гаметы **A** и **a** и во втором поколении мы получим следующие сочетания аллелей:

Aa × Aa



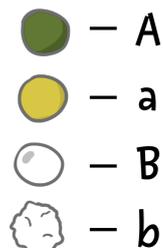
Таким образом, по генотипу мы получим расщепление (соотношение) 1 : 2 : 1. Но поскольку особи с генотипом **Aa** не отличаются от особей с генотипом **AA**, по фенотипу мы увидим расщепление 3 : 1 – три четверти потомков будут нести доминантный признак, а четверть – рецессивный.

Третий закон Менделя

(закон независимого наследования)

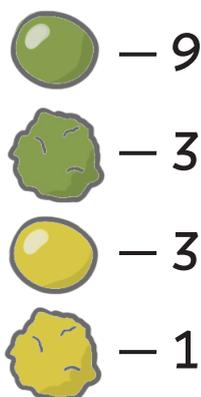
В первых двух законах Менделя речь шла о судьбе какого-то одного признака. Однако важно также выяснить, как наследуются разные признаки – наследуются ли они вместе или независимо.

У растений гороха семена могут быть зеленого цвета (**A**) или желтого (**a**), а по форме они могут быть гладкими (**B**) или морщинистыми (**b**). Посмотрим, что получится при скрещивании организмов, гетерозиготных по обоим признакам (**AaBb**). Такие организмы будут давать по 4 типа гамет: **AB**, **Ab**, **aB** и **ab**, то есть все возможные сочетания аллелей. Для того чтобы проиллюстрировать все возможные сочетания, оформим таблицу, которая называется решеткой Пеннета, в честь генетика Реджинальда Пеннета. В таблице первый столбец и первая строка – это гаметы, которые дают родительские организмы, а остальные ячейки – их возможные сочетания.



AaBb × AaBb

AB Ab aB ab AB Ab aB ab



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

Мы получим, что из одного сочетания признаков – организмов с зелеными гладкими семенами, мы получили все четыре возможных варианта: зеленые гладкие, зеленые морщинистые, желтые гладкие и желтые морщинистые в соотношении 9 : 3 : 3 : 1. Это значит, что такие признаки наследуются независимо. В самом деле, если мы рассмотрим расщепление по каждому признаку, то мы увидим расщепление 3 : 1. Перемножая расщепления по этим признакам мы получим тот же самый результат: (3 : 1) × (3 : 1) = 9 : 3 : 3 : 1.

Таким образом, третий закон Менделя, говорит о том, что наследование по одной паре признаков идет независимо от других таких же пар признаков (вне зависимости от их количества). Стоит отметить, что третий закон Менделя справедлив только для тех случаев, когда гены, определяющие исследуемые признаки, лежат в разных хромосомах, то есть, не являются сцепленными.

В 1865 году Мендель опубликовал результаты своих трудов в работе «Опыты над растительными гибридами», однако научное сообщество не обратило на нее особого внимания на нее. Позже Мендель продолжил ставить эксперименты над другими организмами – ястребинкой и пчелами – и получил совсем другие результаты. Это произошло из-за того, что, как нам сейчас известно, за формирование одного признака могут отвечать несколько генов, признаки могут находиться в одной хромосоме, внутри этих хромосом могут происходить перестройки, и так далее. А некоторые организмы, одним из которых является именно ястребинка, и вовсе способны к партеногенетическому размножению, то есть развитие семян происходит без оплодотворения.

Интерес к работам Менделя вернулся в 1900 году, когда в трех странах – Голландии, Германии и Австрии, не сговариваясь, трое разных ученых практически одновременно переоткрыли закономерности, выведенные Менделем. Еще большее признание законы Менделя приобрели, когда всего через пару лет после их переоткрытия, было обнаружено, что хромосомы, функция которых на тот момент была неизвестна, ведут себя так же, как должны были вести себя гипотетические частицы наследования. Было выдвинуто предположение, а затем и доказано, что именно хромосомы и являются единицами наследования.

