

Тема: «1 и 2 законы Менделя»

Задачи:

1. Изучение законов Менделя и их цитологических основ.
2. Знакомство с основными понятиями генетики, типами взаимодействия генов



Генетика



Генетика — относительно молодая наука. Официальной датой ее рождения считается 1900г., когда 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 еще в 1865 году.

Генетика изучает два фундаментальных свойства живых организмов: наследственность и изменчивость.

Под *наследственностью* понимают *свойство организмов обеспечивать материальную и функциональную преемственность между поколениями.*

Благодаря наследственности, каждый вид животных и растений в ряде сменяющих друг друга поколений сохраняет не только характерные для него признаки, но и особенности развития.

Генетика



Материальной основой наследственности, связывающей поколения, являются клетки — гаметы (при половом размножении) и соматические (при бесполом). Но клетки несут в себе не признаки и свойства будущих организмов, а лишь задатки, дающие возможность развития этих признаков и свойств. Этими задатками являются гены.

Эукариотическим геном называют совокупность сегментов молекулы ДНК, которая дает начало или молекуле РНК, или полипептиду. Совокупность всех генов организма называют генотипом.

Наличие задатка еще не означает обязательного появления признака, поскольку развитие любого признака зависит как от присутствия других генов, так и от условий среды. То есть, формирование признаков происходит в ходе индивидуального развития особей. Поэтому каждая отдельно взятая особь уникальна, так как обладает набором признаков, характерных только для нее.

Генетика



Совокупность всех признаков организма называют фенотипом.

Под *изменчивостью* понимают *свойство организмов приобретать новые признаки под воздействием различных факторов*. Изменчивость заключается в изменении наследственных задатков, то есть генов. Изучением причин и форм изменчивости также занимается генетика.

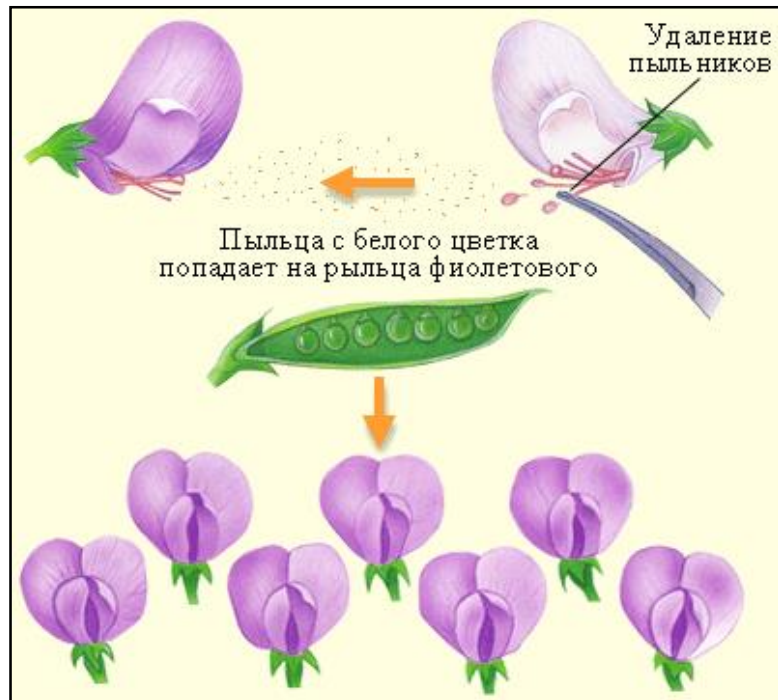
Изменчивость противоположна наследственности. Если наследственность стремится закрепить признаки и свойства организмов, то изменчивость обеспечивает появление новых признаков и свойств. Вместе с тем, наследственность и изменчивость тесно взаимосвязаны. Благодаря **изменчивости** организмы приспосабливаются к изменяющимся условиям окружающей среды, а благодаря **наследственности** эти изменения закрепляются.

Генетика



Таким образом, *генетика* — это наука о закономерностях наследственности и изменчивости.

Методы генетики:



Как любая наука, генетика имеет свои методы исследования. Основным является *гибридологический метод* — система скрещиваний, позволяющая проследить закономерности наследования и изменения признаков в ряду поколений. Метод разработан Г.Менделем.

Генетика

Другие методы будут подробно рассмотрены при изучении следующих тем. К ним относятся:

генеалогический — составление и анализ родословных;
цитогенетический — изучение хромосом при помощи микроскопа;
близнецовый — изучение генетических закономерностей на близнецах;
популяционно-статистический метод — изучение генетической структуры популяций.

Генетическая символика:

Для записи результатов скрещиваний в генетике используются специальная символика, предложенная Г.Менделем:

P — родители;

F — потомство, (F_1 — гибриды первого поколения, F_2 — гибриды второго поколения);

x — значок скрещивания; ♂ — мужская особь; ♀ — женская особь

A, a, B, b, C, c — буквами латинского алфавита обозначаются отдельно взятые наследственные признаки.

Моногибридное скрещивание

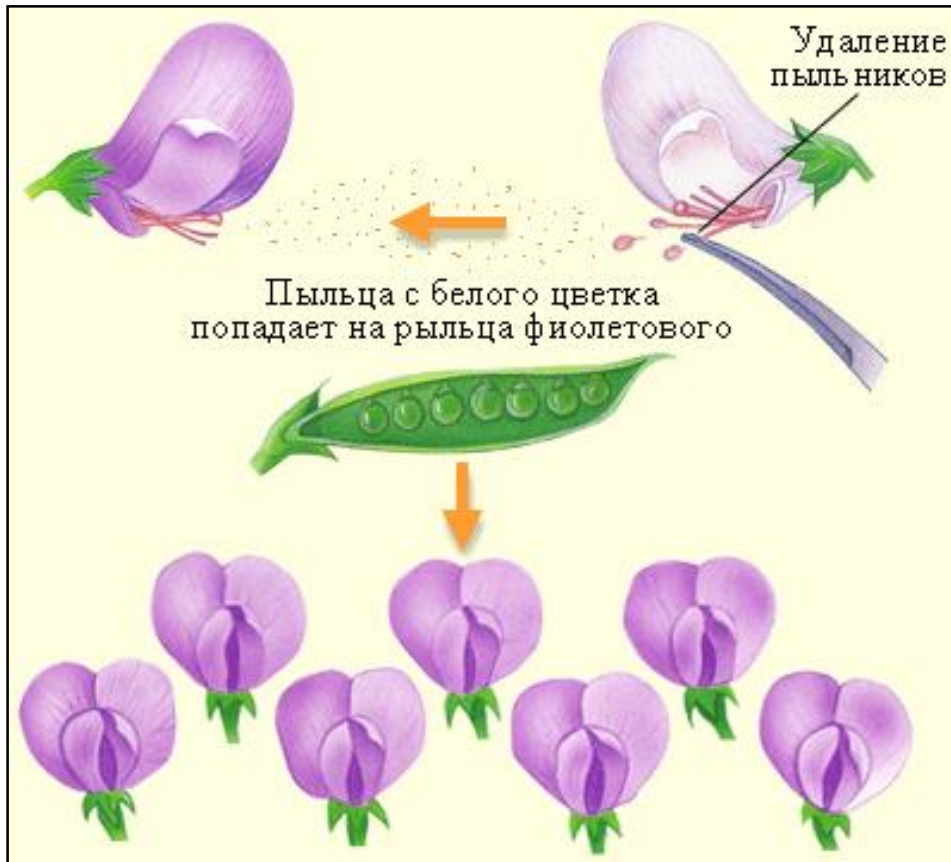


Успеху работы Менделя способствовал удачный выбор объекта для проведения скрещиваний — гороха. Особенности гороха: является строгим самоопылителем, относительно просто выращивается и имеет короткий период развития, что позволяет достаточно быстро получить потомство от скрещивания, причем за год можно получить несколько поколений; имеет многочисленное потомство, что удобно для проведения статистического анализа; имеет большое количество хорошо заметных альтернативных признаков:

- окраска венчика — белая или красная;
- окраска семядолей — зеленая или желтая;
- форма семени — морщинистая или гладкая;
- окраска боба — желтая или зеленая;
- форма боба — округлая или с перетяжками;
- высота стебля — длинный или короткий;

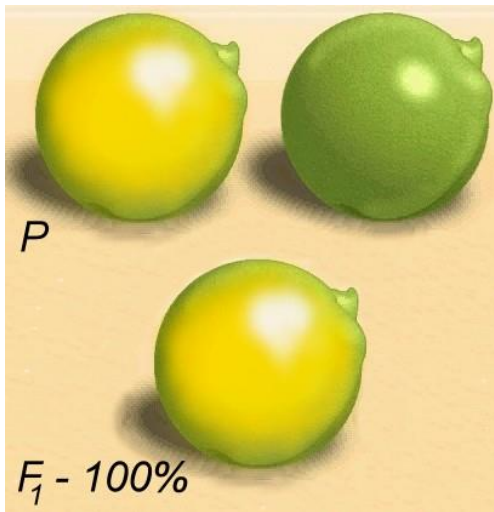
Моногибридное скрещивание

Моногибридным называют скрещивание двух организмов, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных (взаимоисключающих) признаков.



Таким образом, при таком скрещивании прослеживаются закономерности наследования только двух вариантов признака (например, белая и фиолетовая окраска венчика), а все остальные признаки организма во внимание не принимаются.

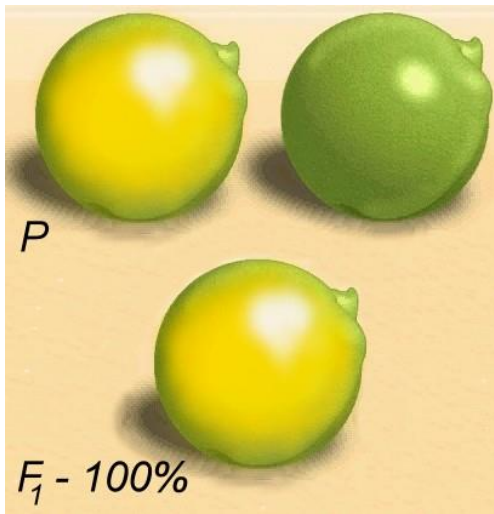
Первый закон Менделя



Классическим примером моногибридного скрещивания является скрещивание сортов гороха с желтыми и зелеными семенами. При скрещивании растения с желтыми и зелеными семенами, все потомки имели желтые семена.

Аналогичная картина наблюдалась и при скрещиваниях, в которых изучалось наследование других признаков: при скрещивании растений, имеющих **гладкую и морщинистую форму семян**, все семена полученных гибридов были гладкими, от скрещивания **красноцветковых растений с белцветковыми** — все красноцветковые.





Первый закон Менделя

Проявляющийся у гибридов первого поколения признак Мендель назвал **доминантным**, а подавляемый — **рецессивным**. Само же явление преобладания у гибридов признака одного из родителей Г. Мендель назвал **доминированием**.

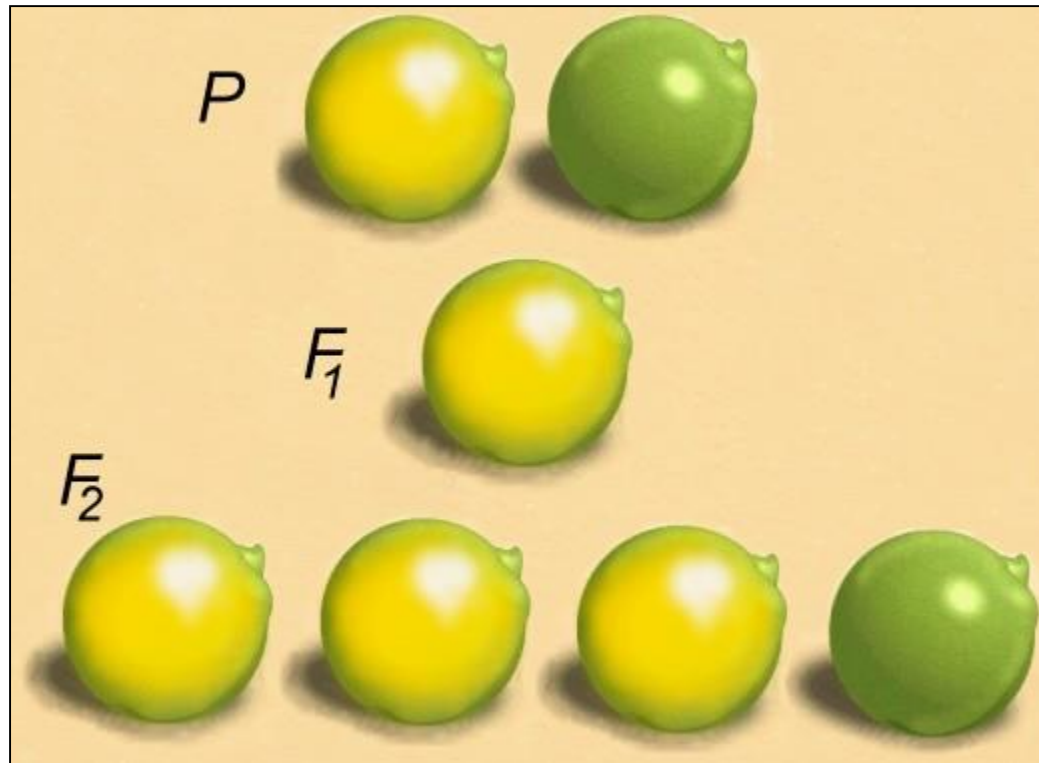
Позже выявленная закономерность была названа **законом единообразия гибридов первого поколения**, или **законом доминирования**.

Это первый закон Менделя: **при скрещивании двух организмов, относящихся к разным чистым линиям (двух гомозиготных организмов), отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, все первое поколение гибридов (F_1) окажется единообразным и будет нести признак одного из родителей.**



Второй закон Менделя

Семена гибридов первого поколения использовались Менделем для получения второго гибридного поколения. В F_2 6022 горошины были желтого цвета, 2001 горошины – зеленого.



Второй закон Менделя

Подобные же результаты были получены в F_2 при анализе еще 6 пар признаков. Результаты опытов Менделя приведены в таблице.

Результаты экспериментов Менделя по наследованию семи пар альтернативных признаков у гороха

Признак	Родительские растения		Гибриды F_2		Отношение
	Доминантный	Рецессивный	Доминантный	Рецессивный	
1. Высота стебля	Высокие	Низкие	787	277	2,84:1
2. Семена	Гладкие	Морщинистые	5474	1850	2,96:1
3. Окраска семян	Желтые	Зеленые	6022	2001	3,01:1
4. Форма плодов	Плоские	Выпуклые с перетяжками	882	299	2,95:1
5. Окраска плодов	Зеленые	Желтые	428	152	2,82:1
6. Положение цветков	Пазушные	Верхушечные	651	207	3,14:1
7. Окраска цветков	Красные	Белые	705	224	3,15:1
		Всего:	14949	5010	2,98:1

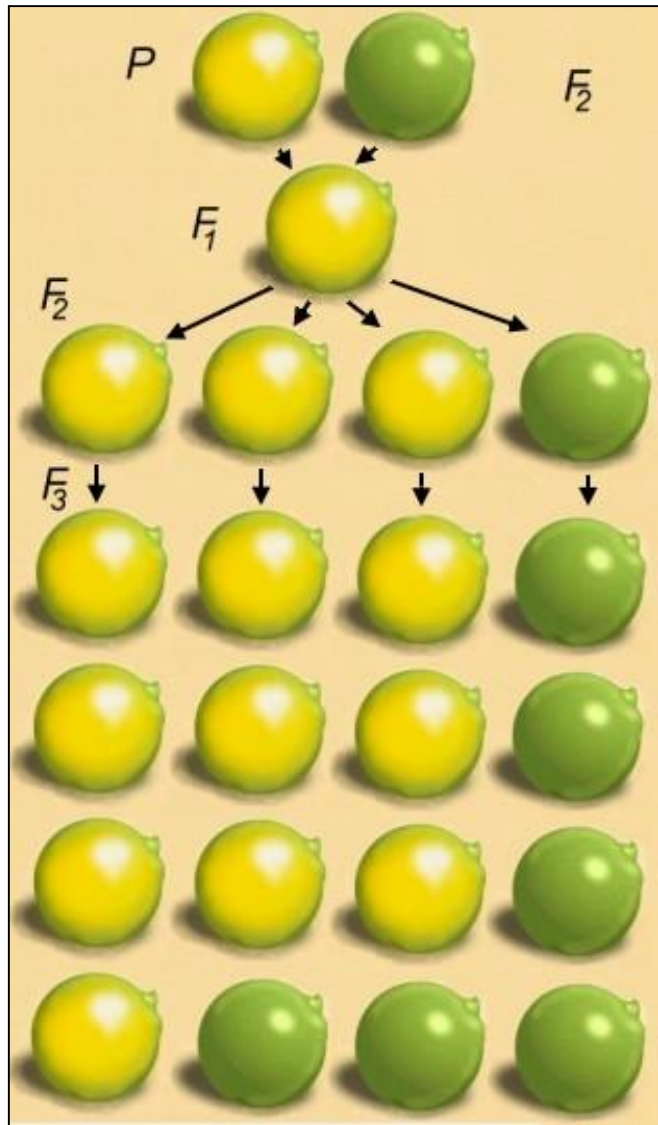
Второй закон Менделя

Во втором поколении количество гибридов, несущих доминантный признак, приблизительно в 3 раза больше, чем гибридов, несущих рецессивный признак;

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

Таким образом, на основе скрещивания гибридов первого поколения и анализа второго был сформулирован **второй закон Менделя**: *при скрещивании гибридов первого поколения в потомстве происходит расщепление признаков в определенном числовом соотношении: $3/4$ имеют доминантный признак, $1/4$ - рецессивный.*

Гипотеза чистоты гамет

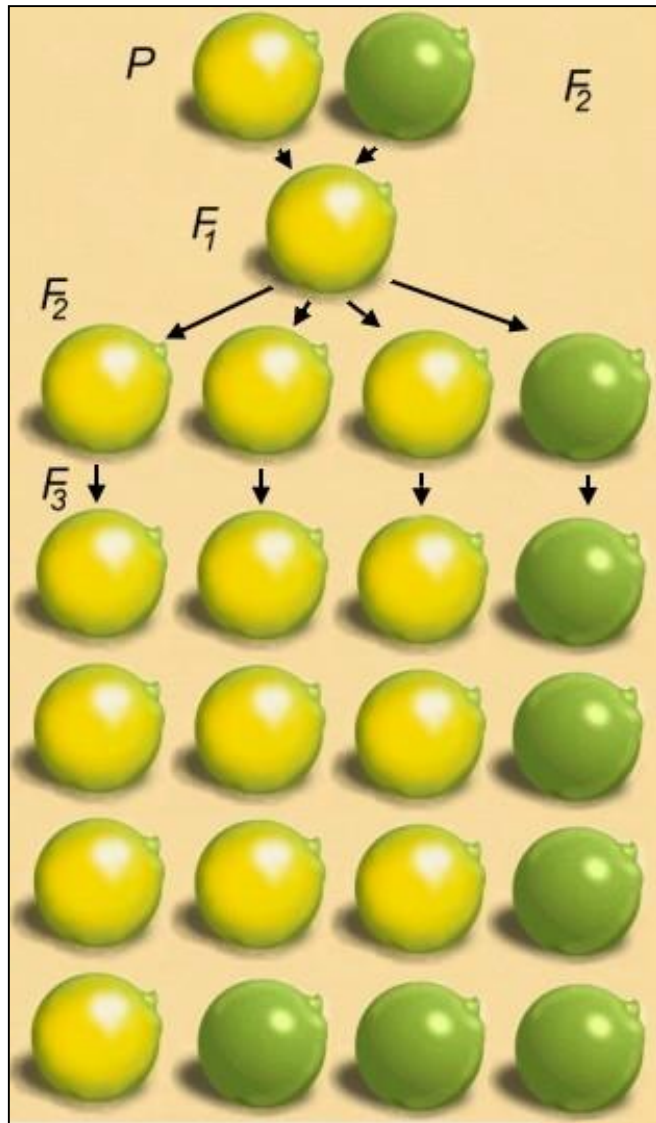


Одна третья желтых семян дали в F_3 растения только с желтыми семенами, у двух третьих – расщепление в соотношении 3:1. Из зеленых семян выросли растения только с зелеными семенами.

Для объяснения явления доминирования и расщепления гибридов второго поколения Мендель **предложил гипотезу чистоты гамет**.

Он предположил, что развитие признака определяется соответствующим ему наследственным фактором. Один наследственный фактор гибриды получают от отца, другой — от матери. У гибридов F_1 проявляется лишь один из факторов — доминантный.

Гипотеза чистоты гамет

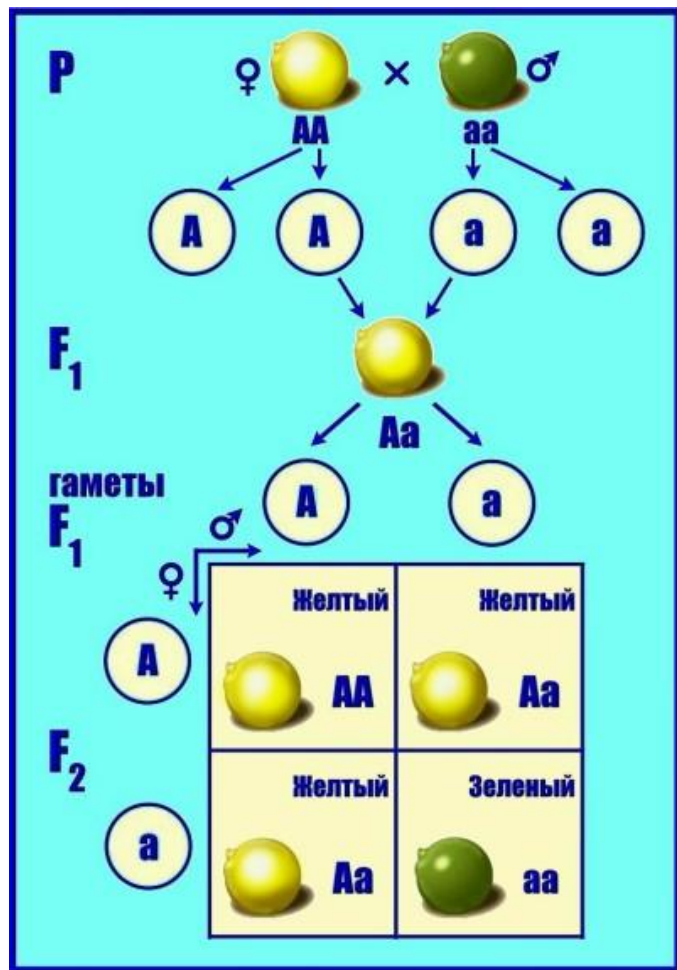


Наследственные задатки (гены) Мендель предложил обозначать большими буквами латинского алфавита, например, доминантный — большой — **A**, рецессивный — маленькой — **a**.

Каждый организм один задаток (ген) получает от материнского организма, а другой — от отцовского, следовательно, у каждого организма два наследственных задатка, один родитель имеет **AA**, другой - **aa**.

В каждую гамету попадает **только один наследственный фактор**, у одного родителя все гаметы несут **A**, у другого — **a**. Гибриды F₁ получают оба фактора и их генотип **Aa**.

Гипотеза чистоты гамет



Гибриды F₁, образуют два типа гамет – 50% с фактором **A**, 50% - с фактором **a**. Наследственные факторы не смешиваются, а передаются в неизменном виде из поколения в поколение с половыми клетками.

Гаметы несут только один наследственный фактор из пары, то есть они "чисты" (не содержат второго наследственного фактора).

Итак, гипотеза чистоты гамет гласит:
гаметы "чисты", содержат только один наследственный признак из пары.

Множественный аллелизм



Парные гены называют *аллельными*, а каждый ген пары — *аллелью*. Например, желтая и зеленая окраска семян гороха являются двумя аллелями (соответственно, доминантный аллель и рецессивный аллель) одного гена.

Может быть и несколько аллелей одного гена, например у плодовой мушки дрозофилы известно более 12 аллелей гена, контролирующих окраску глаз.

Сколько аллелей может быть в генотипе гетерозиготной дрозофилы с красными глазами?

В гаметах этой дрозофилы?

В популяции дрозофил?

Генетическая схема скрещивания

Дано:	
Ген	Признак
A	- желт.
a	- зелен.
P AA x aa	Желт. Зелен.
F ₁ - ?	F ₂ - ?

Решение:	
P	AA x aa
	Желт. Зелен.
Гам.	(A) (a)
F ₁	Aa x Aa
	Желт. Желт.
Гам.	(A) (a) (A) (a)

F ₂	♀ ♂	A	a
	A	AA Желт.	Aa Желт.
	a	Aa Желт.	aa Зелен.

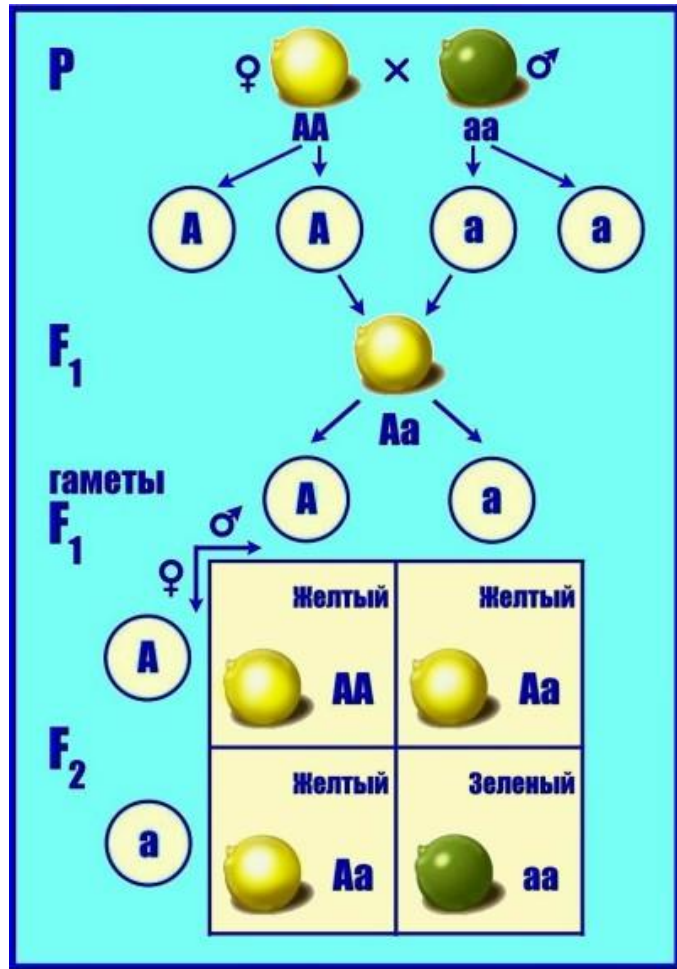
Английский генетик Р. Пеннет предложил проводить запись в виде решетки, которую так и называли — **решетка Пеннета**. По вертикали указываются женские гаметы, по горизонтали — мужские. В клетки решетки вписываются генотипы зигот, образовавшихся при слиянии гамет.

Ответ: F₁ — по генотипу 100% Aa, по фенотипу — 100% желтые;

F₂ — по генотипу $\frac{1}{4}$ AA + $\frac{1}{2}$ Aa + $\frac{1}{4}$ aa;

по фенотипу $\frac{3}{4}$ желтые, $\frac{1}{4}$ - зеленые

Второй закон Менделя

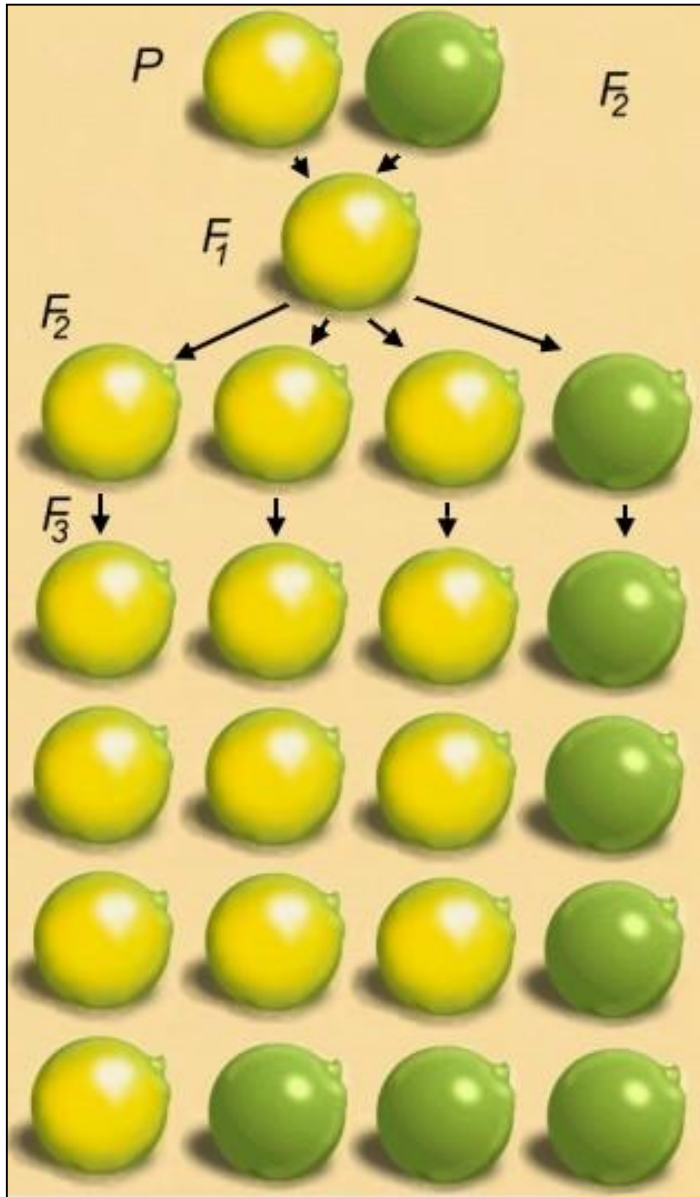


Поскольку в своих опытах Г. Мендель использовал растения, относящиеся к разным сортам, аллельные гены этих растений одинаковы. Организмы, имеющие одинаковые аллели одного гена, называются **гомозиготными**. Они могут быть гомозиготными по доминантным (AA) или по рецессивным генам (aa).

Организмы, имеющие разные аллели одного гена, называются **гетерозиготными** (Aa).

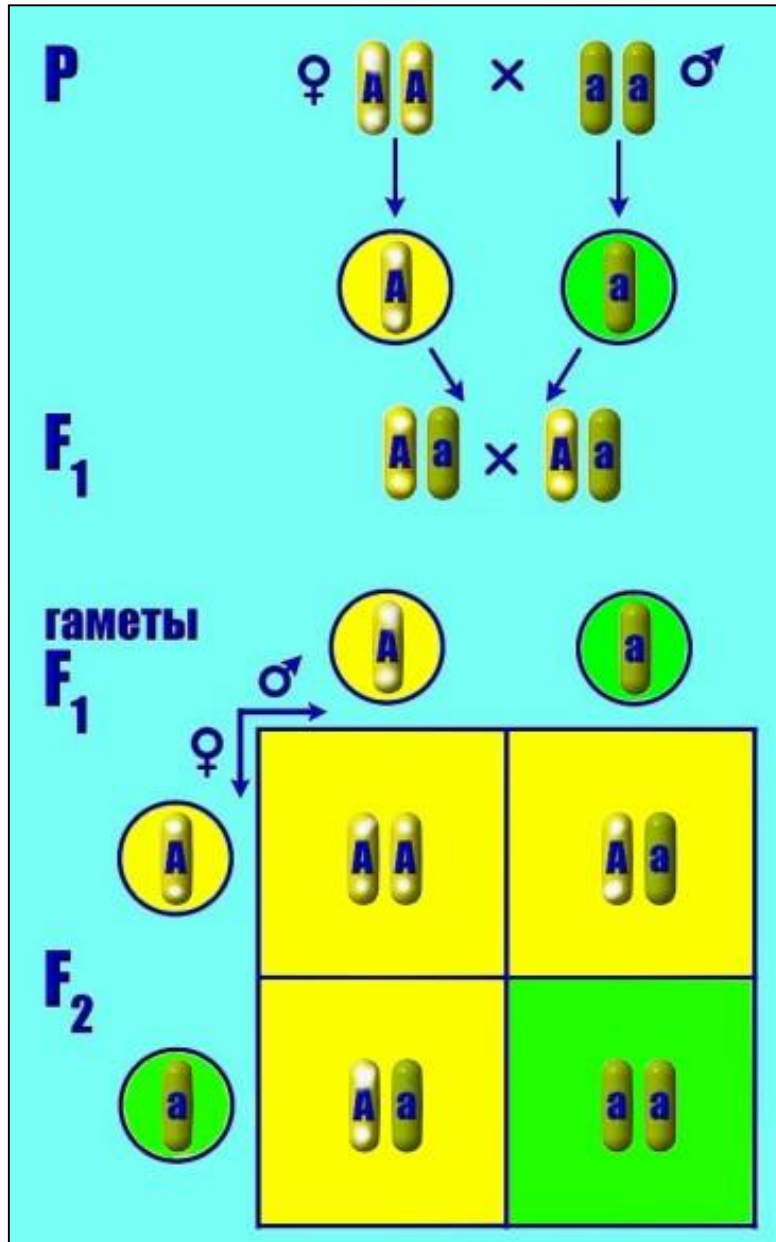
Во времена Менделя строение и развитие половых клеток еще не было изучено. Поэтому его гипотеза чистоты гамет является примером гениального предвидения, которое позже нашло научное подтверждение.

Второй закон Менделя



Какие горошины на данном рисунке являются гомо- и гетерозиготными?

Цитологические основы

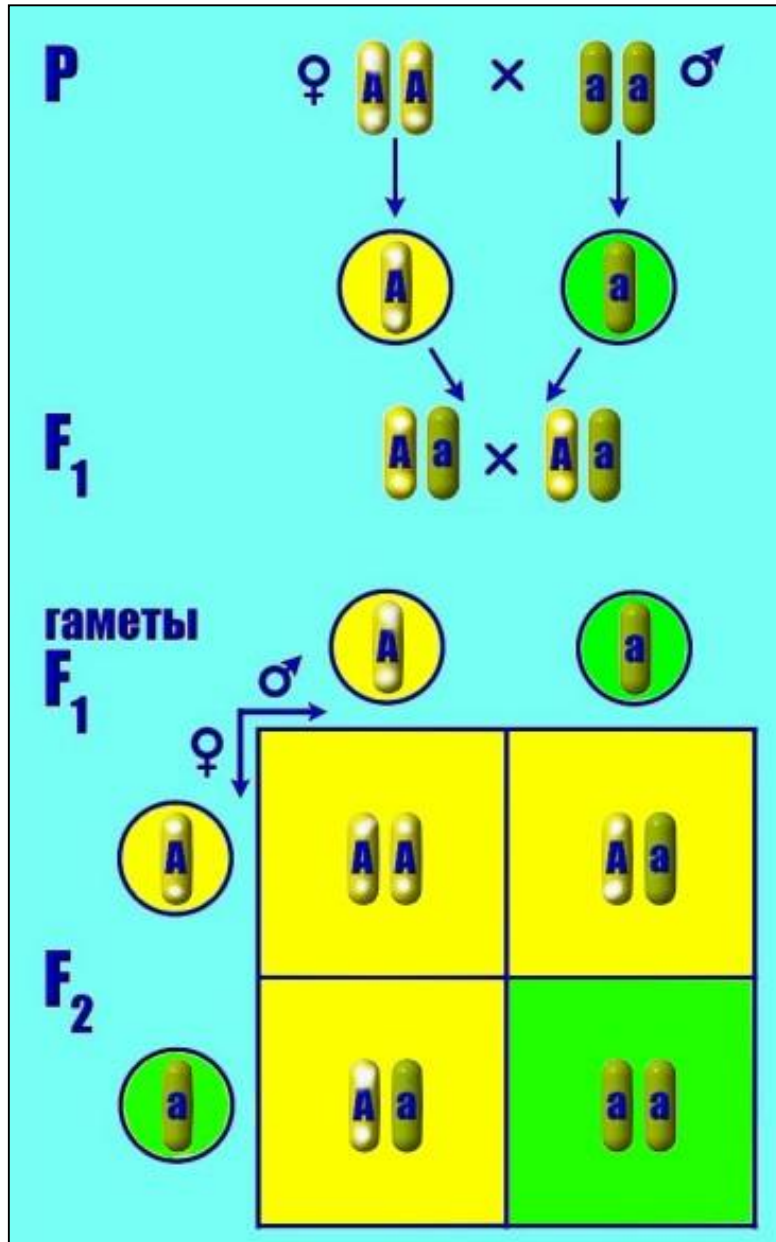


Явления доминирования и расщепления признаков, наблюдавшиеся Менделем, в настоящее время легко объясняются парностью хромосом, расхождением хромосом во время мейоза и объединением их во время оплодотворения.

Соматические клетки диплоидны, в паре гомологичных хромосом находятся пара аллелей генов, контролирующие окраску горошин.

У одного из родителей это аллели **AA**, у другого – **aa**.

Цитологические основы

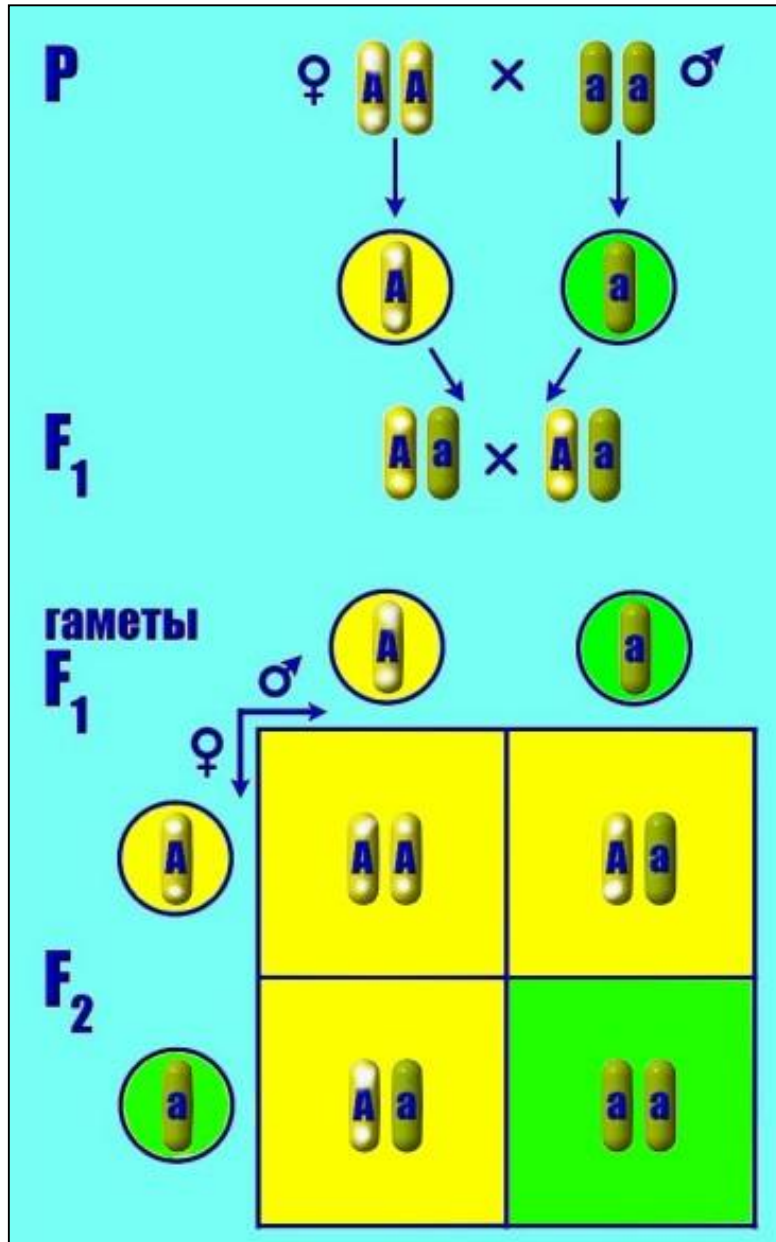


При образовании гамет происходит мейоз, в гаметы попадает только один ген из пары. Все гаметы одного родителя содержат аллель **A**, другого — **a**.

Гибриды F₁ гетерозиготны и образуют два типа гамет — 50% гамет с аллелем **A**, 50% - с аллелем **a**.

Оплодотворение — процесс случайный и равновероятный, то есть любой спермий может оплодотворить любую яйцеклетку. А поскольку образовалось два типа сперматозоидов и два типа яйцеклеток, возможно возникновение трех типов зигот.

Цитологические основы

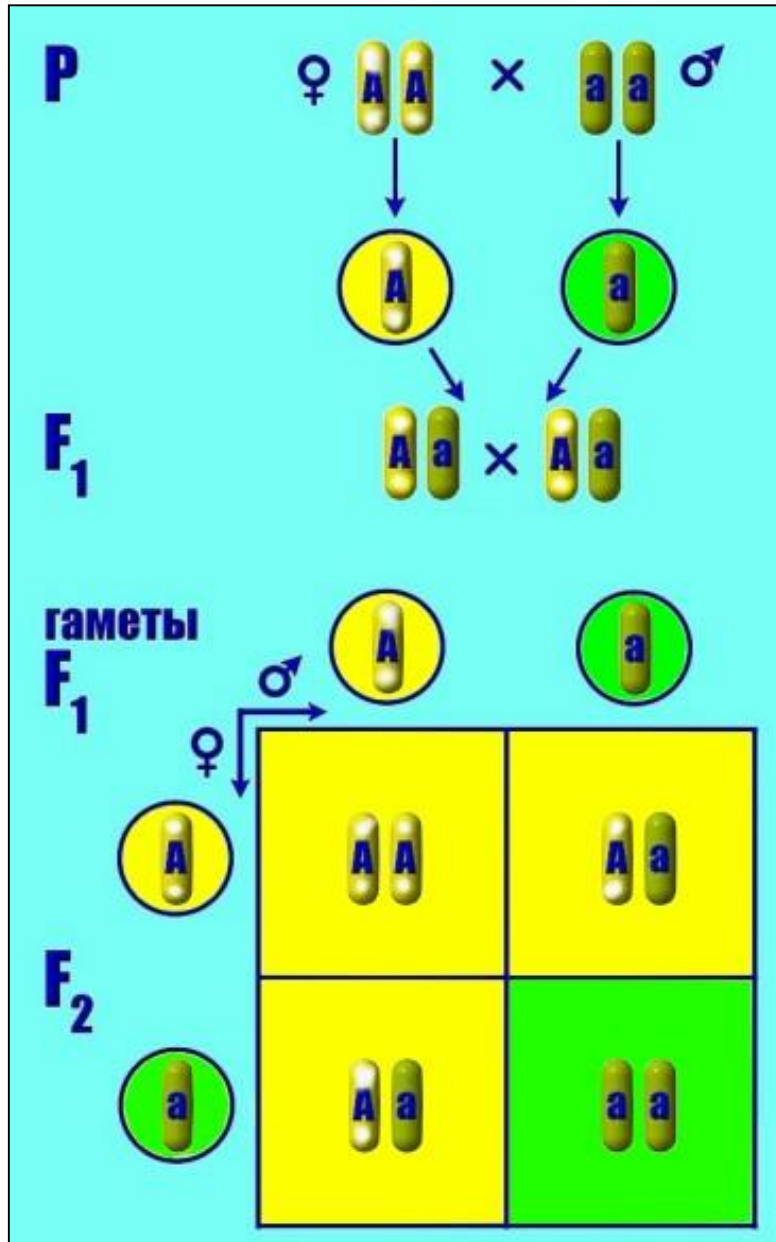


1/4 зигот содержит аллели AA , 1/2 - Aa , 1/4 - aa .

Половина из них — гетерозиготы (несут гены A и a), 1/4 — гомозиготы по доминантному признаку (несут два гена A) и 1/4 — гомозиготы по рецессивному признаку (несут два гена a).

Причем желтосеменные растения одинаковы по фенотипу, но различны по генотипу: 1/3 являются гомозиготными по доминантному признаку и 2/3 — гетерозиготны.

Цитологические основы



Таким образом, учитывая цитологические основы, второй закон Менделя можно сформулировать следующим образом:

при скрещивании гибридов первого поколения между собой (двух гетерозиготных особей) во втором поколении наблюдается расщепление в определенном числовом соотношении: по фенотипу 3:1, по генотипу 1:2:1.

Основные понятия генетики

1. Генетика?
2. Наследственность?
3. Изменчивость?
4. Генотип?
5. Фенотип?
6. Доминантный признак?
7. Доминантный ген?
8. Рecessивный признак?
9. Рecessивный ген?
10. Гомозиготная особь?
11. Гетерозиготная особь?
12. Гибридологический метод?
13. Моногибридное скрещивание?

Может ли быть при одинаковом генотипе разный фенотип?



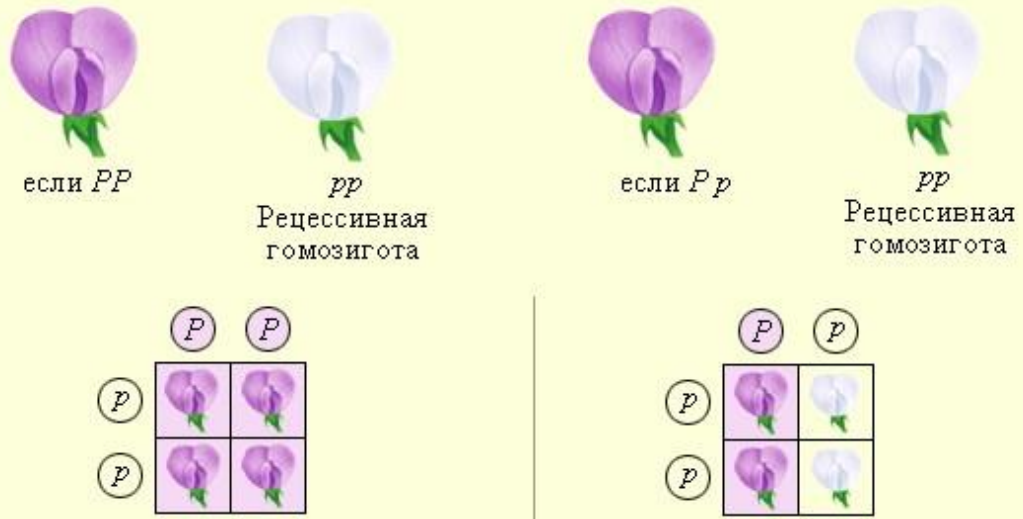
Анализирующее скрещивание

Как узнать генотип у особи с доминантным фенотипом?



Для того, чтобы определить генотип особи, обладающей доминантными признаками, проводят анализирующее скрещивание —

скрещивают с особью, гомозиготной по рецессивным признакам.



Если исследуемая особь гомозиготна (AA), то потомство от такого скрещивания будет иметь фиолетовые цветки и генотип Aa :

$AA \times aa$;
 F_1 — 100% Aa .

Анализирующее скрещивание

Как узнать генотип у особи с доминантным фенотипом?



если PP



pp

Рецессивная
гомозигота

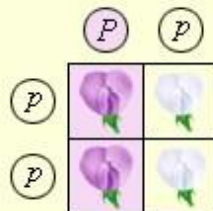
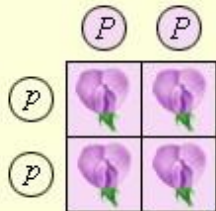


если Pp



pp

Рецессивная
гомозигота



Если исследуемая особь гетерозиготна (Aa), то она образует два типа гамет и 50% потомства будет иметь желтые семена и генотип Aa , а 50% — зеленые семена и генотип aa :

$Aa \times aa$;

F_1 — 50% Aa , 50% aa .

Неполное доминирование

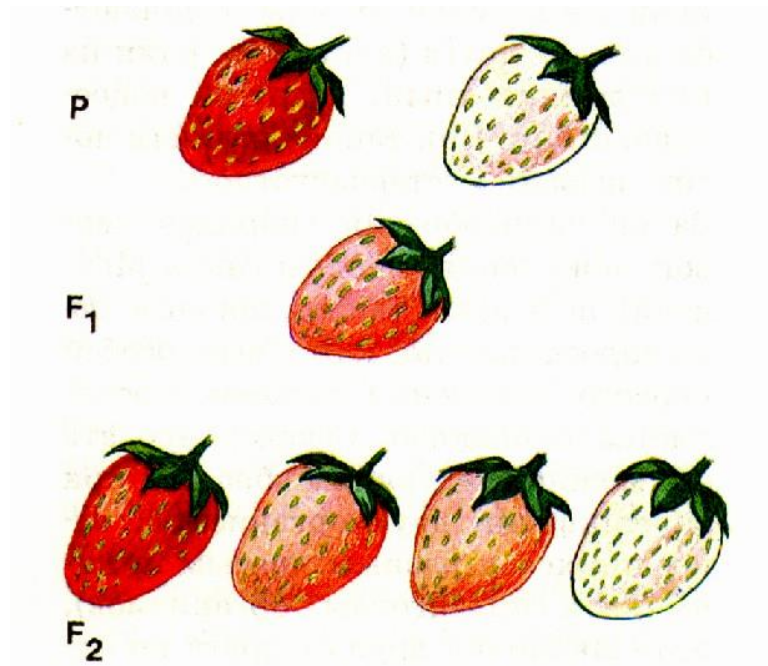
Явление доминирования не абсолютно. При скрещивании гомозиготных красноплодных и белоплодных сортов земляники, все первое поколение гибридов получается розовоплодным. При скрещивании гибридов получаем расщепление в соотношении:

1/4 красноплодные (AA);

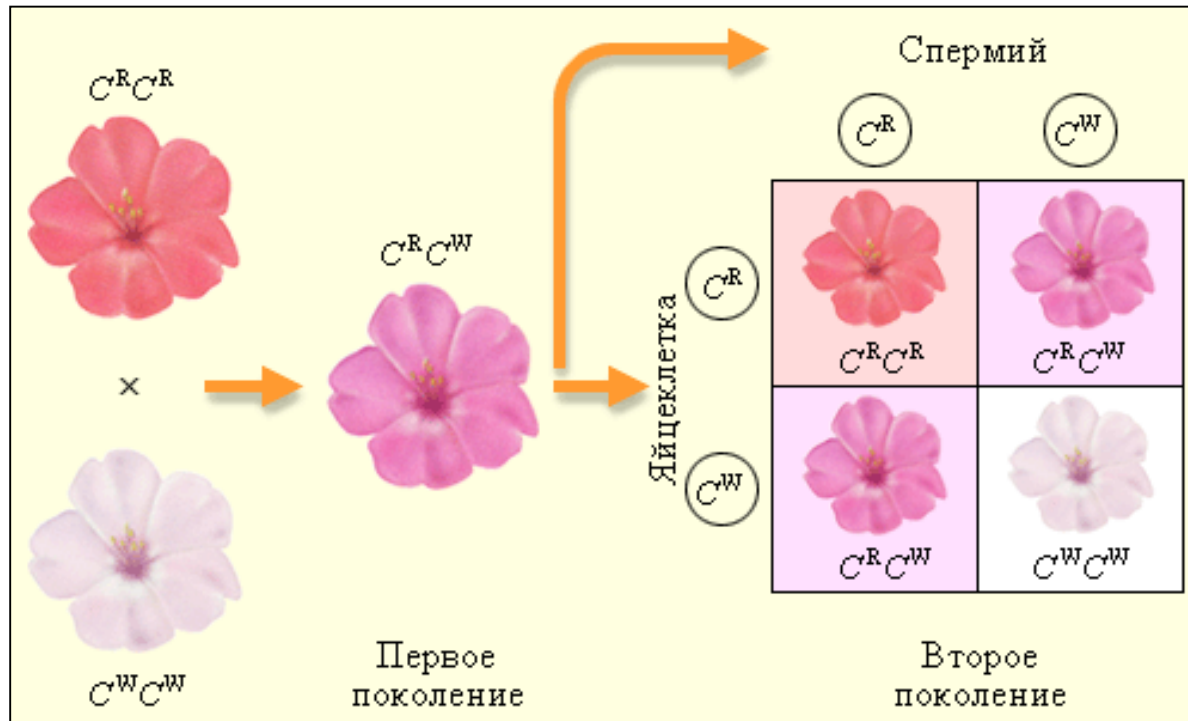
1/2 розовоплодные (Aa);

1/4 белоплодные (aa).

Характерно то, что при неполном доминировании расщепление по генотипу соответствует расщеплению по фенотипу, так как гетерозиготы фенотипически отличаются от гомозигот.



Неполное доминирование



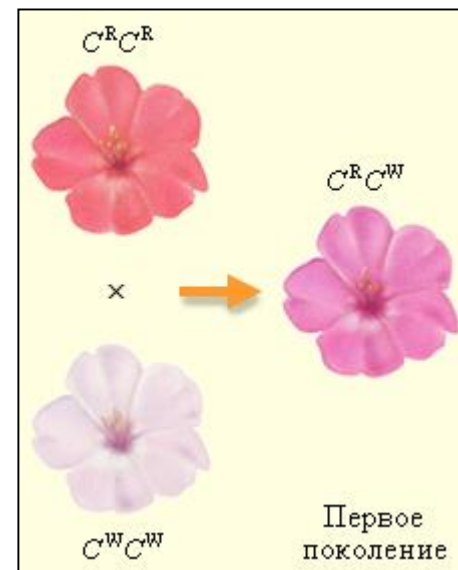
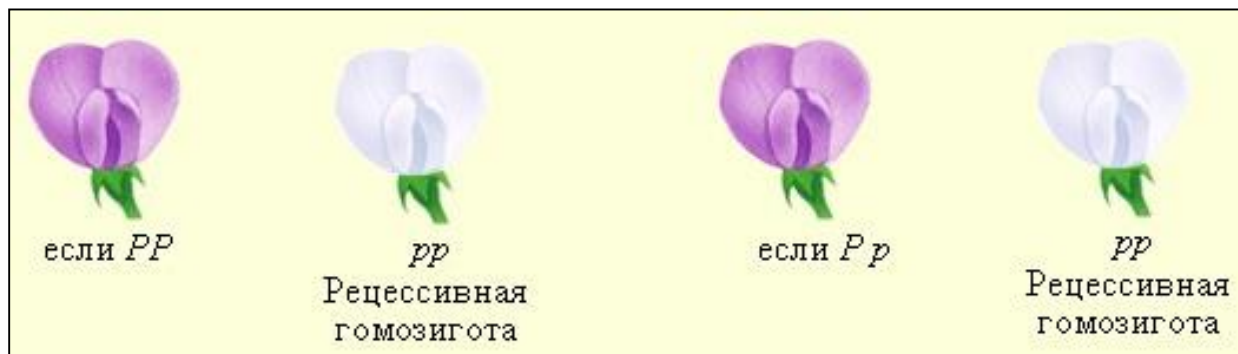
Позже выяснилось, что неполное доминирование (или промежуточное проявление признака) характерно для многих признаков растений и животных. Именно такой характер имеет наследование окраски цветка у ночной красавицы, львиного зева, окраски оперения у кур, шерсти у крупного рогатого скота и овец.

Повторение

1. Что изучает генетика?
2. Как называется совокупность наследственных признаков, полученных от родителей?
3. Как называется совокупность внешних и внутренних признаков организма?
4. Основной метод, применяемый для изучения закономерностей наследования признаков?
5. Каковы генотипы чистых линий гороха с желтыми и зелеными семенами?
6. Каким будет потомство от скрещивания сортов гороха с желтыми (АА) и зелеными (аа) семенами?
7. Какие семена по фенотипу и генотипу ожидаются от гибридов F₁ (Аа x Аа)?
8. Как называются гены, отвечающие за формирование альтернативных признаков (А, а)?
9. Какое количество гомозиготных особей будет в потомстве от скрещивания гетерозигот?
10. Как называются особи, в потомстве у которых обнаруживается расщепление признаков?

Повторение

11. Особь, генотип которой нужно определить, скрещивают с особью, гомозиготной по рецессивным признакам. Как называется такое скрещивание?
12. Особь имеет генотип Aa . Проводят анализирующее скрещивание. Каков будет результат?
13. В каком соотношении будет расщепление по фенотипу и генотипу в потомстве, полученном от скрещивания гетерозиготных растений ночной красавицы с розовыми цветами?



Повторение

Дайте определение или раскройте понятие:

Генетика –

Наследственность –

Генотип –

Фенотип –

Аллельные гены –

Доминантные признаки –

Рецессивные признаки –

Гомозиготные особи –

Гетерозиготные особи –

Аллельное взаимодействие генов:

 полное доминирование –

 неполное доминирование –

 кодоминирование –

Гипотеза чистоты гамет –

Анализирующее скрещивание –

1 закон Менделя? 2 закон Менделя?