

- В клетках тела (**соматических**) большинства организмов **ДИПЛОИДНЫЙ** набор хромосом ($2n$, по одному от каждого родителя),
- каждые две хромосомы (**ГОМОЛОГИЧНЫЕ**) одинаковые по размеру, форме, набору генов.
- Следовательно за развитие 1 признака у организма отвечают как минимум 2 гена – **АЛЛЕЛЬНЫХ** (в большинстве случаев)

Аллельные гены

гены, отвечающие за развитие одного и того же признака и находящиеся в одинаковых локусах гомологичных хромосом



Карие глаза – доминантный признак

Генотип человека с карими глазами:
AA, Aa



Голубые глаза – рецессивный признак

Генотип человека с голубыми глазами:
aa

Взаимоисключающие признаки (контрастные) называются **АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ**.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ Признаки человека

Доминантные **A**

Рецессивные **a**

- Курчавые волосы
- Карие глаза
- Рыжие волосы
- Раннее облысение
- Веснушки
- Низкий голос у мужчин, высокий голос у женщин
- Близорукость

- Прямые волосы
- Голубые или серые глаза
- Рыжие волосы
- Норма
- Отсутствие веснушек
- Высокий голос у мужчин, низкий голос у женщин
- Норма

AA – гомозигота

Aa – гетерозигота

aa – гомозигота

Генотип может быть описан терминами:

- Гомозигота доминантная – AA,
- Гомозигота рецессивная – aa
- Гетерозигота – Aa

Понять, какой признак является подавляемым – **рецессивным**, а какой подавляющим – **доминантным**, можно путем скрещивания особей и изучения их потомства, или путем анализа родословных.

ЛОКУС (лат. locus – место) – место определенного гена в хромосоме.

ГЕНОТИП – совокупность и сочетание генов организма

ФЕНОТИП – совокупность признаков организма



Грегор Иоганн Мендель

1822–1884

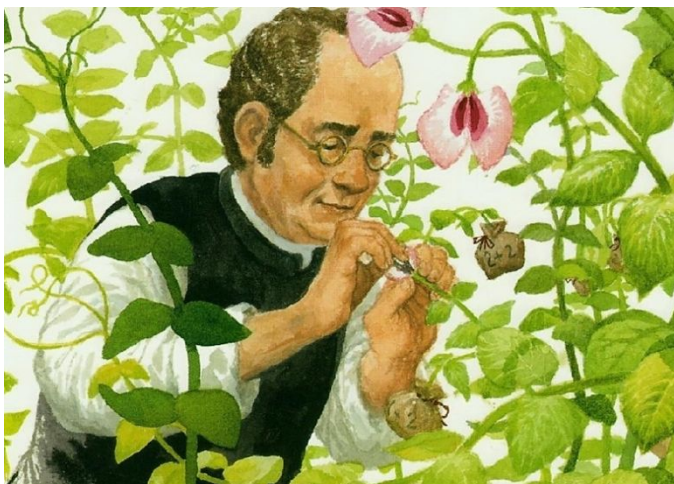
Австрийский ученый, основоположник генетики.

- Монах Августинского монастыря Святого Фомы в Брюнне (Чехия)
- Учился в Брюннском богословском институте.
- Место работы: Старобрненский монастырь

Генетические опыты Менделя

1. Впервые обнаружил существование наследственных факторов, впоследствии названных генами.
2. Выявил и сформулировал важнейшие законы наследственности (изучил на практике и теоретически доказал принципы передачи признаков).
 - Закон единообразия гибридов первого поколения. (Правило доминирования)
 - Закон расщепления признаков
 - Закон независимого наследования признаков
 - Гипотеза чистоты гамет.

В 1900 г. Законы независимо друг от друга переоткрыли де Фриз (Голландия), Корренс (Германия), Чермак (Австрия).



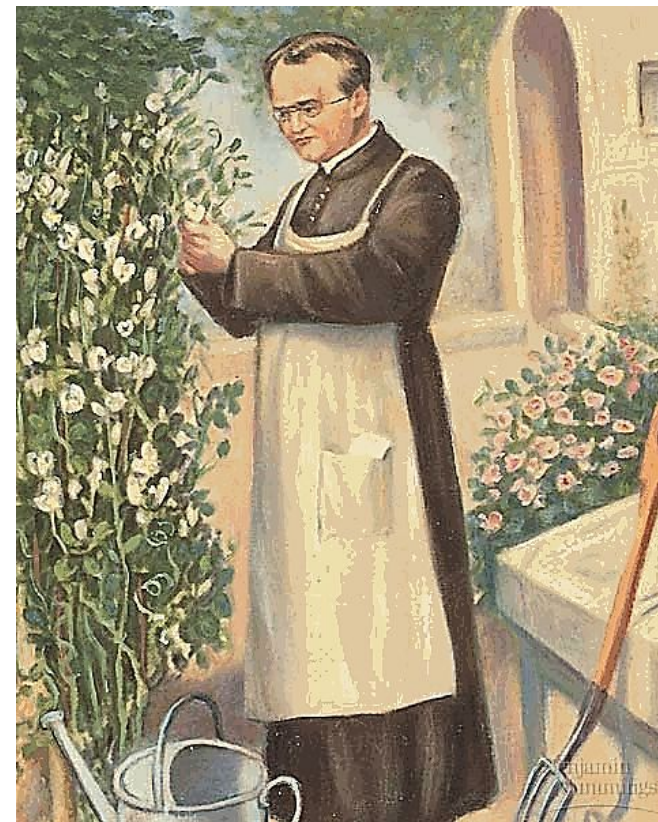
Метод исследования – **гибридологический**.
Объект исследования – **горох посевной**. (много цветков, семян, самоопыляемый, быстро растет)
Кол-во исследуемых объектов – **неск. тыс.** (около 20 сортов)
Продолжительность исследования – **8 лет**.
Статистическая обработка полученных данных.



ИССЛЕДУЕМЫЕ ПРИЗНАКИ.

1. Цвет горошин: зеленый, желтый.
2. Поверхность горошин: гладкая, морщинистая.
3. Цвет бобов: зеленый, желтый.
4. Поверхность бобов: гладкие, с перетяжками.
5. Окраска цветков: белая, пурпурная.
6. Высота растений: низкие, высокие.
7. Расположение цветков: верхушечные, пазушные.

Альтернативные – взаимоисключающие признаки. (желтый или зеленый, высокий или низкий...)



Гибридизация – скрещивание особей, отличающихся по одному или нескольким признакам. (альтернативным признакам)

Гибрид – потомок, полученный в результате гибридизации.

КОНТРАСТНЫЕ (АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ) ПРИЗНАКИ ГОРОХА, ИЗЛУЧАВШИЕСЯ Г. МЕНДЕЛЕМ

Признак

Формы проявления признака

Окраска цветков



красные цветки



белые цветки

Поверхность
семян



гладкие семена



морщинистые
семена

Окраска семян



желтые семена



зеленые семена

- Учитывал при скрещивании не всю совокупность признаков, а отдельные альтернативные признаки (желтый – зеленый цвет семян)
- Вел количественный учет потомков в ряду поколений, анализировал потомство каждой особи
- При размножении использовал **ЧИСТЫЕ ЛИНИИ** – группы растений, которые генетически однородны (гомозиготы AA, aa) и потомки которых не имеют разнообразия по изучаемому признаку.

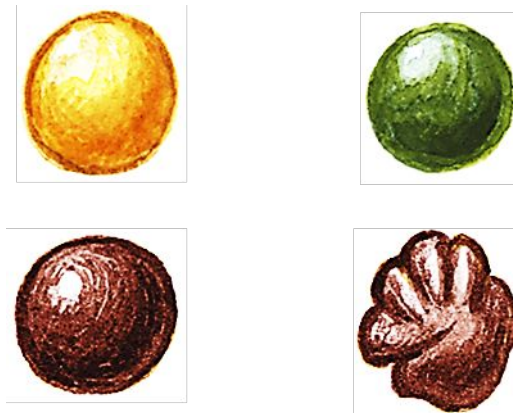
ВИДЫ СКРЕЩИВАНИЯ

МОНОГИБРИДНОЕ
исследовал 1 признак
(цвет горошин)

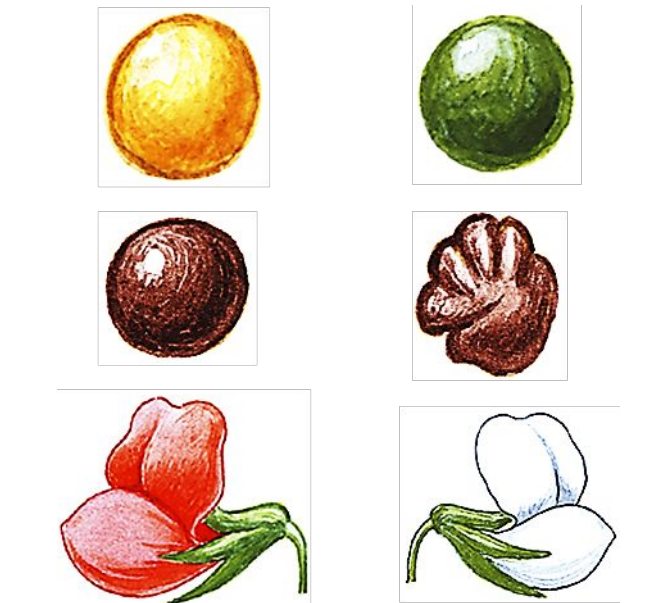


ПОЛИГИБРИДНОЕ

ДИГИБРИДНОЕ
2 признака
(цвет и поверхность горошин)



ТРИГИБРИДНОЕ
3 признака
(цвет, поверхность горошин,
цвет семян)



Буквенная символика

A – доминантный ген

a – рецессивный ген

P – родители

X – знак скрещивания

G – гаметы

F1 – потомки первого поколения

F2 – потомки второго поколения

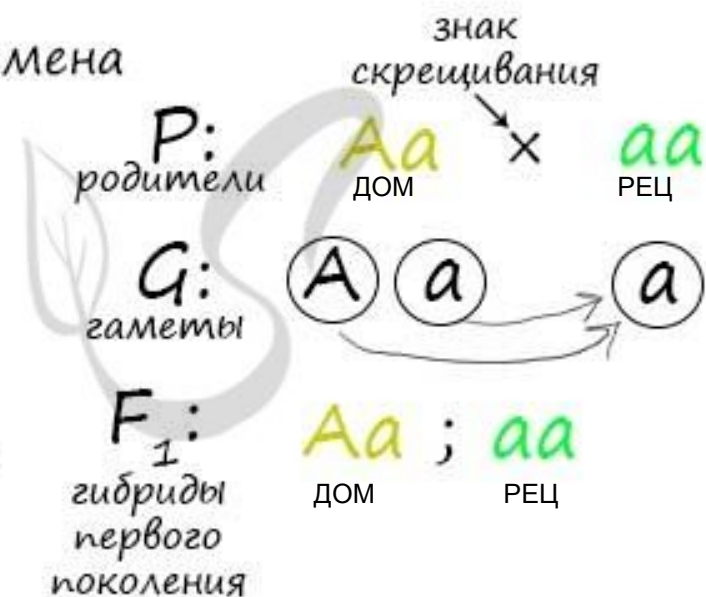
♀ – женский организм

♂ – мужской организм

Ген	Признак
A	Желтые семена
a	Зеленые семена

Очевидно, что мы будем проводить моногибридное скрещивание (так как исследуем 1 признак – цвет семян)

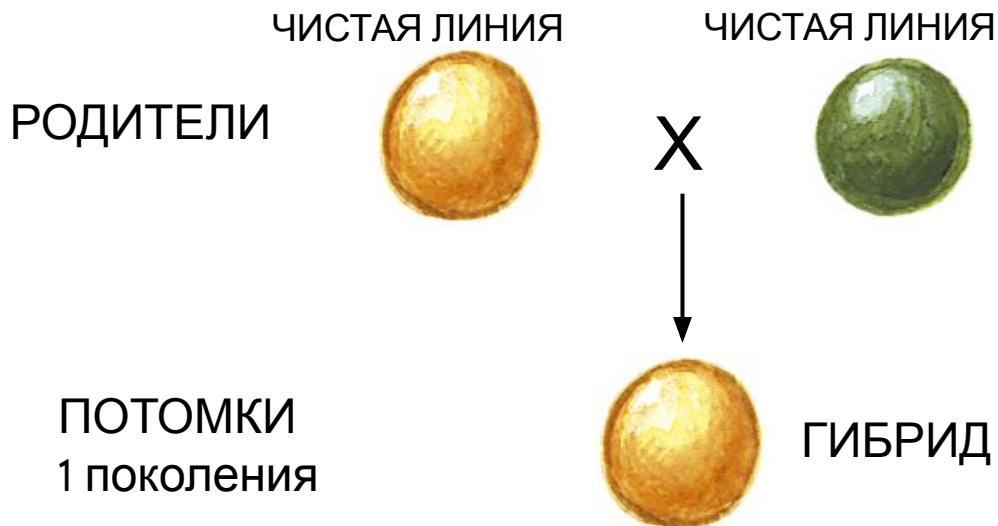
Схема задачи



Символы мужского и женского пола прописываются в схеме только в случае необходимости, например если в условии задачи конкретно прописаны фенотипы или генотипы родителей или потомков.

Многократно скрещивая между собой растения с желтыми и зелеными семенами в потомстве все время получал **ЖЕЛТЫЕ**.

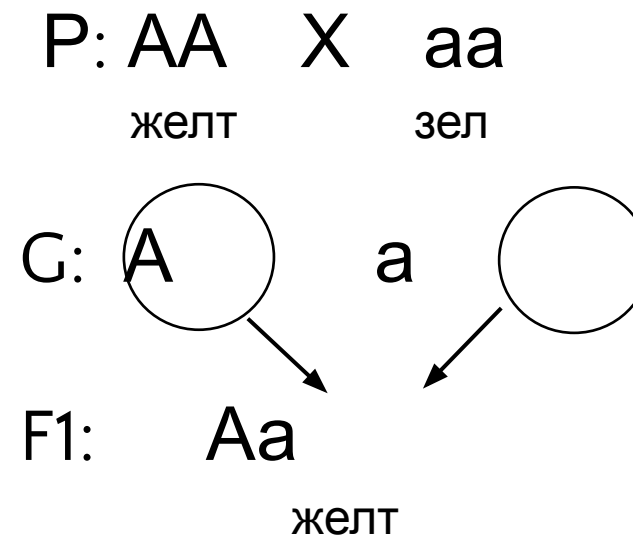
ОПЫТ №1



ЗАКОН ЧИСТОТЫ ГАМЕТ — в каждую гамету попадает только один аллель из пары аллелей данного гена родительской особи.

Как объяснить подобные результаты?

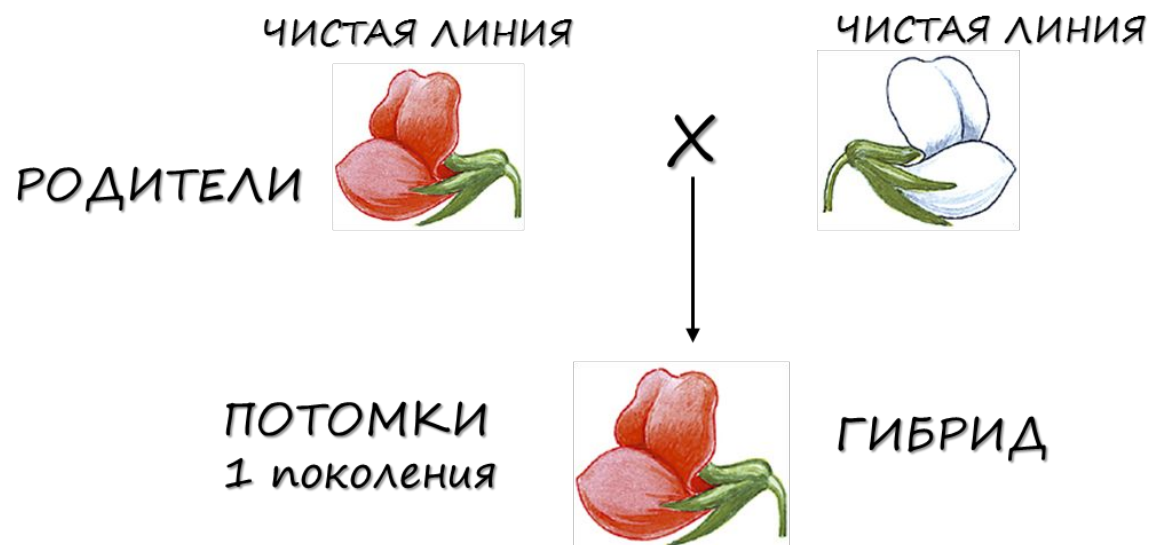
СХЕМА СКРЕЩИВАНИЯ



ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

- Под генотипами родителей и потомков всегда пишутся фенотипы!
- В строке G прописываются возможные варианты гамет.
- Гаметы удобно записывать в кружочек.

Многократно скрещивая между собой растения с пурпурными и белыми цветками в потомстве все время получал **ПУРПУРНЫЕ**.



Все гибриды первого поколения оказались –
?

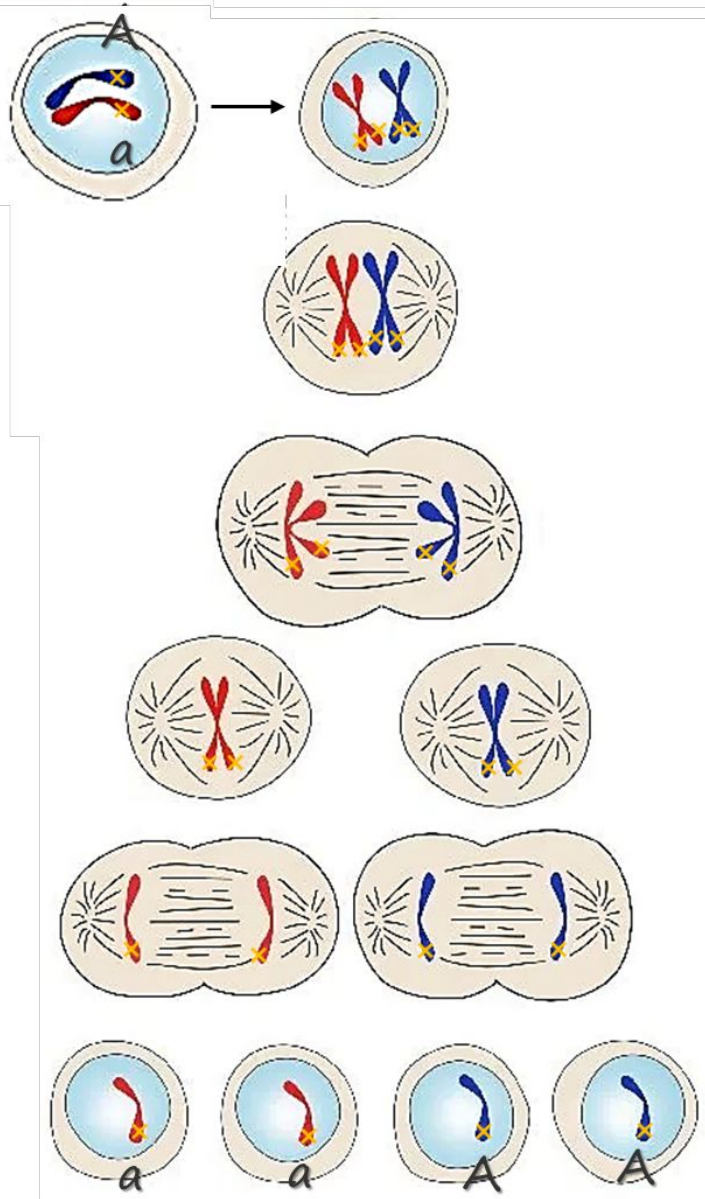
К какому выводу пришел Мендель?

Как Мендель назвал признак, проявившийся в первом поколении?

На основании схожих результатов при аналогичных скрещиваниях Мендель сформулировал свой **1 ЗАКОН** –

ЗАКОН ЕДИНООБРАЗИЯ ГИБРИДОВ 1 ПОКОЛЕНИЯ
(Правило доминирования)

При скрещивании родителей **чистых** линий (гомозиготных организмов), **различающихся** по альтернативным признакам, все гибриды первого поколения будут **единообразными** (по фенотипу и генотипу) и у них проявится признак только одного родителя (**доминантный**).



- В одних гаметах ген А, в других – а
- Приблизительно 50% на 50%
- Данный организм дает гаметы двух типов – А и а.

Вспомним!

Мендель **не знал** о существовании генов!
Он обнаружил существование **наследственных факторов**.
Впоследствии было определено, что это гены.

- Мендель выдвинул **ГИПОТЕЗУ ЧИСТОТЫ ГАМЕТ**.
- Он предположил, что при образовании гибридов наследственные факторы не смешиваются, а сохраняются в неизменном виде.
- Связь между поколениями при половом размножении осуществляется через половые клетки – гаметы.
- Следовательно, необходимо допустить, что каждая гамета несет только один фактор из пары.

Впоследствии учеными были выявлены **цитологические основы гипотезы и установлен закон**.

ЗАКОН ЧИСТОТЫ ГАМЕТ – в каждую гамету попадает только один аллель из пары аллелей данного гена родительской особи.
(В норме гамета всегда чиста от второго гена аллельной пары)

ОБЪЯСНЕНИЕ

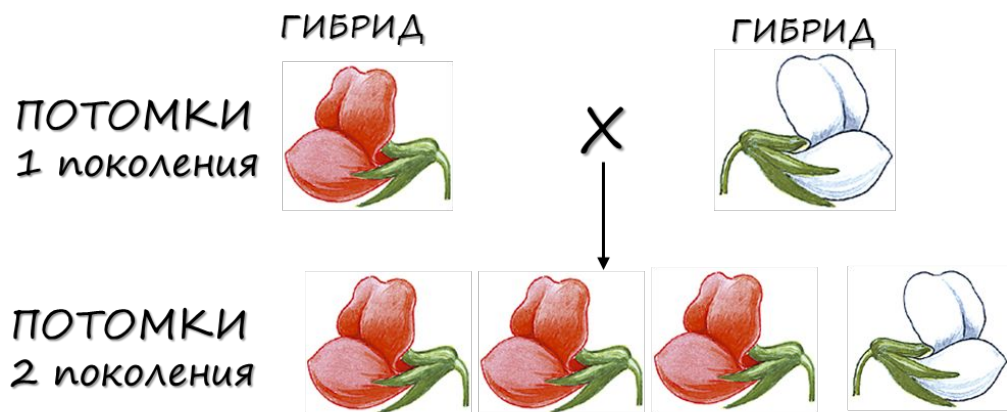
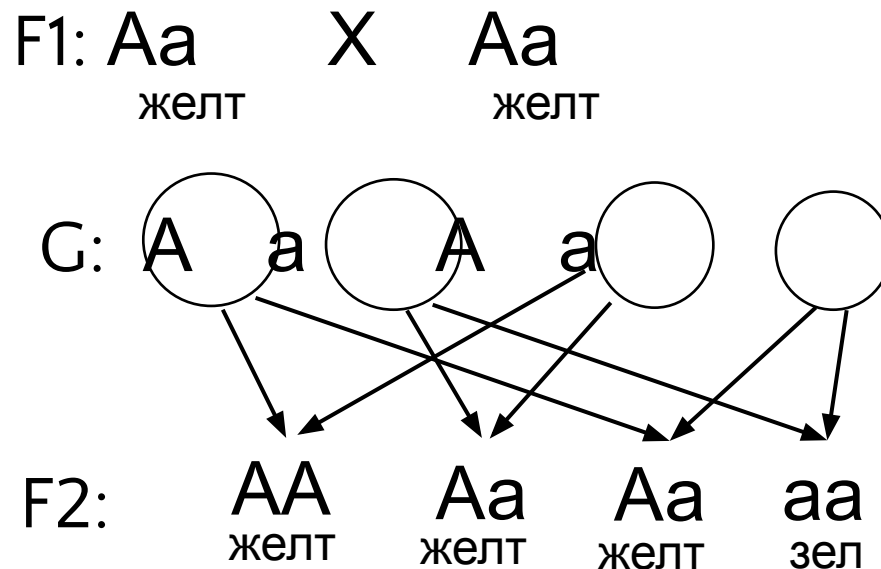
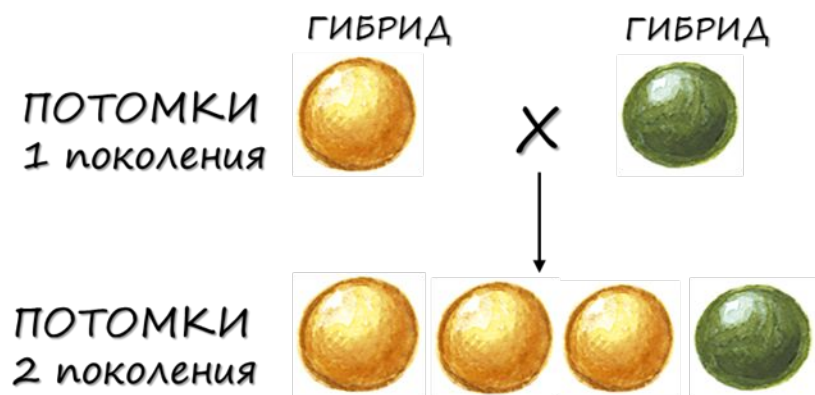
- Гаметы животных образуются в результате мейоза.
- В результате из одной диплоидной клетки образуются 4 гаплоидных.
- То есть гомологичные (парные) хромосомы с аллельными генами расходятся в разные гаметы.

Продолжая исследования Мендель скрестил между собой гибридов 1 поколения. В результате в потомстве получил 3 части особей с доминантным признаком и 1 часть с рецессивным.

ОПЫТ №2

Как объяснить подобные результаты?

СХЕМА СКРЕЩИВАНИЯ



На основании полученных результатов Мендель сформулировал **2 ЗАКОН** – **ЗАКОН РАСЩЕПЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ**

При скрещивании гибридов 1 поколения (гетерозиготных организмов) между собой у гибридов второго поколения проявляется расщепление по фенотипу: 3:1 (дом : рец), по генотипу: 1:2:1 (AA : 2Aa : aa)

Задача №1

РЕШАЕМ ЗАДАЧУ

У кроликов серая окраска шерсти доминирует над белой. Какого цвета и в каком соотношении можно ожидать потомков от чистых линий серой крольчихи и белого кролика?



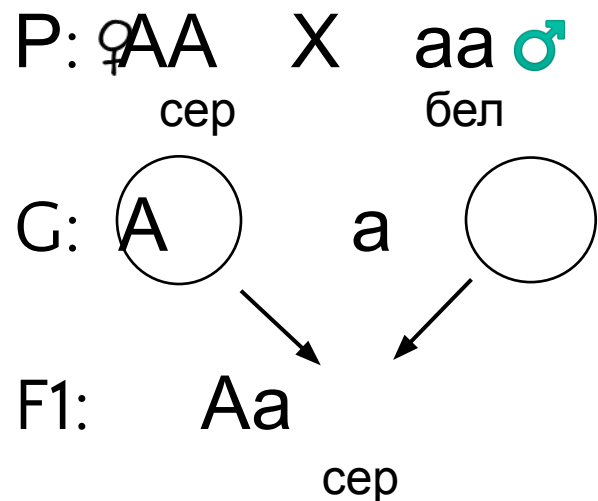
ДАНО:

A – серый

a – белый

F_1 – ?

СХЕМА СКРЕЩИВАНИЯ



ИЛИ

Ответ: по закону **ЕДИНООБРАЗИЯ ГИБРИДОВ 1 ПОКОЛЕНИЯ**

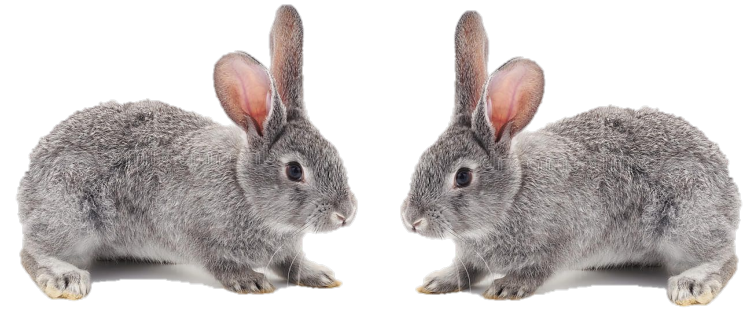
F_1 – 100% серые, Aa – гетерозиготы

Ответ: F_1 – 100% серые, Aa – гетерозиготы

Задача №2

РЕШАЕМ ЗАДАЧУ

У кроликов серая окраска шерсти доминирует над белой. Какого цвета и в каком соотношении можно ожидать потомков от гибридов серой крольчихи и белого кролика?



ДАНО:

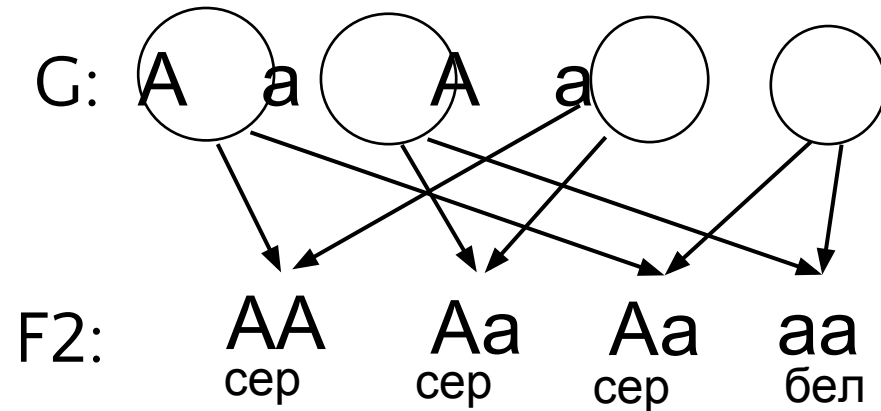
A – серый

a – белый

F2 – ?

СХЕМА СКРЕЩИВАНИЯ

F1: Aa X Aa
сер сер



ИЛИ

Ответ: по закону РАСЩЕПЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ

F2 – 3 серых : 1 белых

75% серых, 25% белых

1AA : 2Aa : 1aa

Ответ: F2 – 3 серых : 1 белых

75% серых, 25% белых

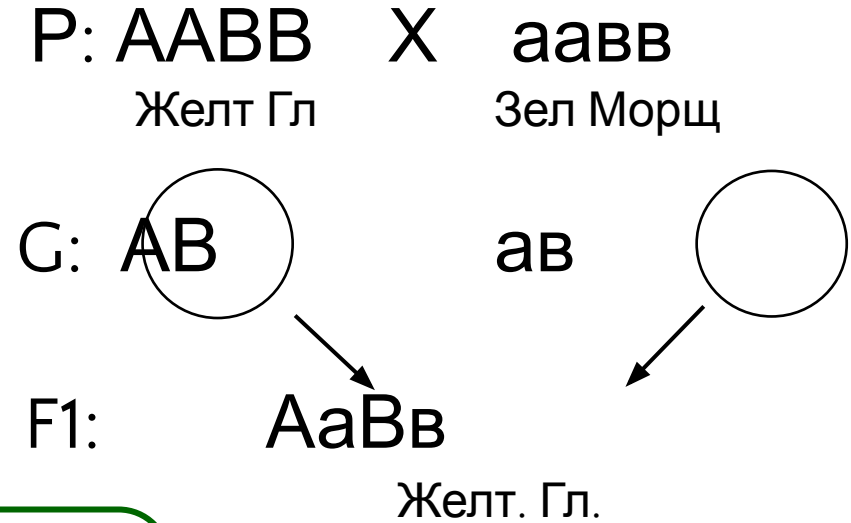
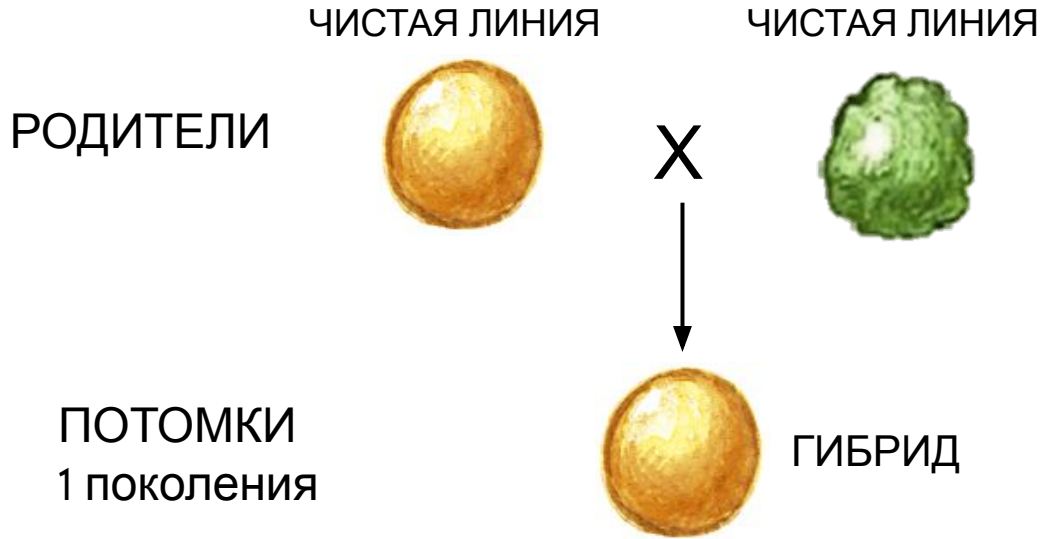
1AA : 2Aa : 1aa

Мендель провел дигибридное скрещивание чистых линий: растений с желтыми гладкими горошками и зелеными морщинистыми.
В результате все гибриды были желтыми гладкими.

ОПЫТ №3

Как объяснить подобные результаты?

СХЕМА СКРЕЩИВАНИЯ



ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ!

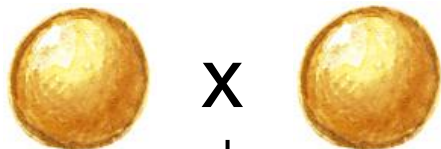
- В данном случае работает закон Единообразия гибридов 1 поколения.
- Желтый цвет и гладкая поверхность горошин – доминантные признаки.
- Зеленый и морщинистый – рецессивные.

Разные признаки обозначаются **разными** буквами!
А, а – цвет
В, в – поверхность

По закону **Чистоты гамет** в гамету попадает **один** из пары аллельных генов!!

Далее Мендель скрестил между собой полученные гибриды.

ГИБРИДЫ 1
ПОКОЛЕНИЯ



ПОТОМКИ 2
ПОКОЛЕНИЯ



9/16

V



3/16

V



3/16



1/16

Мендель пришел к выводу, что разные признаки могут комбинироваться независимо друг от друга.

3 закон Менделя,

ЗАКОН НЕЗАВИСИМОГО НАСЛЕДОВАНИЯ ПРИЗНАКОВ

При скрещивании двух особей, 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.

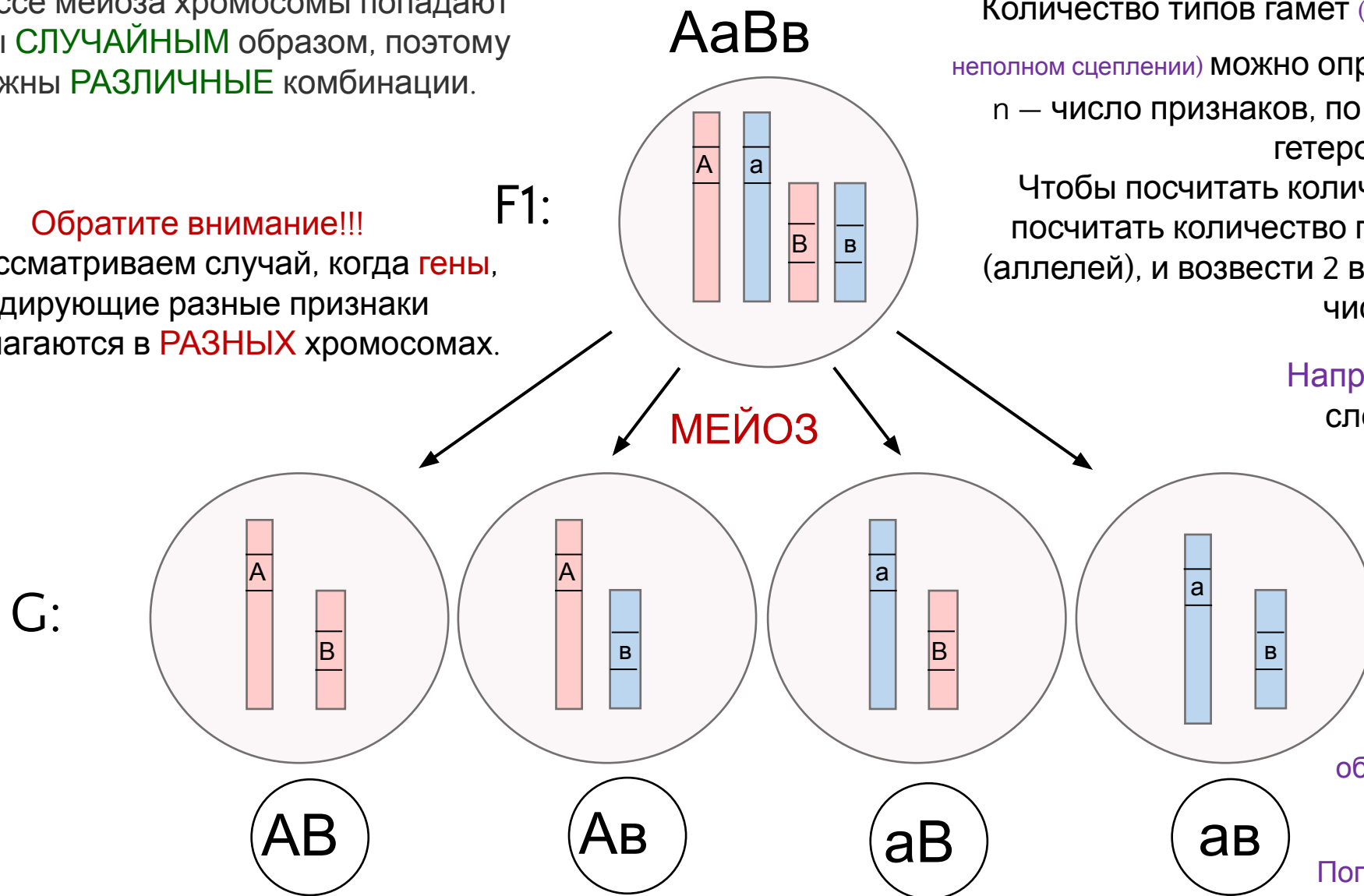
В результате в потомстве появились не только признаки исходных предков, но и новые комбинации: **зеленые гладкие** и **желтые морщинистые**.

ЗАКОН ЧИСТОТЫ ГАМЕТ – в каждую гамету попадает только один аллель из пары аллелей данного гена родительской особи.

В процессе мейоза хромосомы попадают в гаметы **СЛУЧАЙНЫМ** образом, поэтому возможны **РАЗЛИЧНЫЕ** комбинации.

Обратите внимание!!!

Мы рассматриваем случай, когда **гены**, кодирующие разные признаки располагаются в **РАЗНЫХ** хромосомах.



Количество типов гамет (при **независимом наследовании** или **неполном сцеплении**) можно определить по формуле: 2^n , где n – число признаков, по которым данный организм гетерозиготен.

Чтобы посчитать количество гамет необходимо посчитать количество гетерозиготных признаков (аллелей), и возвести 2 в степень, определяемую их числом.

Например: АаВвСс – 3 признака, следовательно число типов гамет: $2^3 = 8$

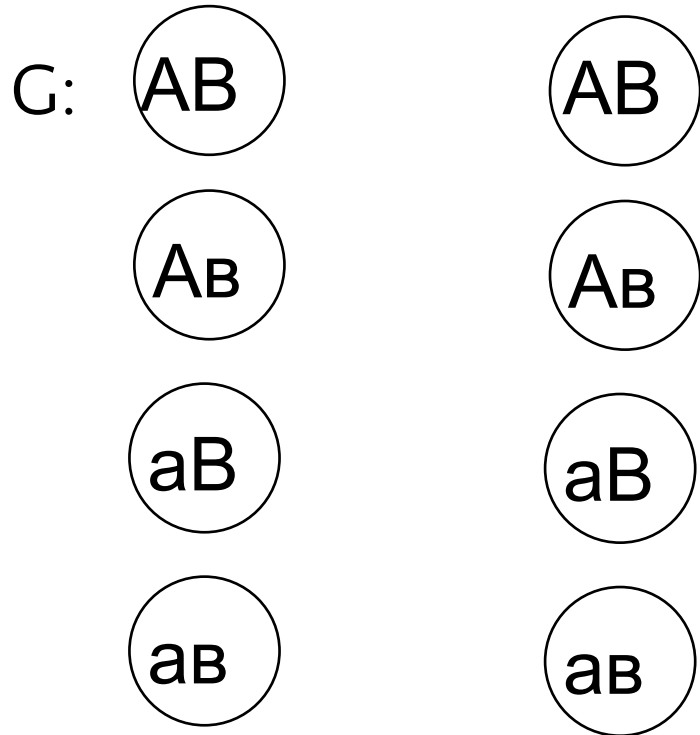
А сколько гамет могло бы образоваться, если бы гены разных признаков находились в одной хромосоме?....

Попробуйте нарисовать схему и найти ответ на данный вопрос.

Как объяснить подобные результаты?

СХЕМА СКРЕЩИВАНИЯ

P: AaBb X AaBb
Желт Гл Желт Гл



В данном случае у родителей образуется по 4 типа гамет, что затрудняет определение результатов в случае подбора пар. Поэтому удобно использовать РЕШЕТКУ ПЕННЕТА.

Решетка Пеннета

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABb	AABb	AaBb	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBb	AaBb	aaBb	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

F₂

РЕЗУЛЬТАТ
Из 16 возможных вариантов фенотипов в данном случае наблюдается соотношение:
9 – ЖГ (ДД)
3 – ЖМ (ДР)
3 – ЗГ (РД)
1 – ЗМ (РР)

Запомните!

При скрещивании ДИГТЕРОЗИГОТ в потомстве наблюдается расщепление признаков в соотношении 9:3:3:1

- В решетке Пеннета в верхней строке прописываются гаметы одного из родителей, а в левом столбце – другого.
- На месте их пересечения записываются генотипы и фенотипы потомков.

Фенотипы прописываются в порядке убывания доминантности: сначала количество полностью доминантных, далее ДР, потом РД, потом РР.

АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ



□ Рыжий окрас собаки доминирует над черным

A – ген «рыжий»

a – ген «черный»

□ Какие генотипы у черной и рыжей собаки?

Черная – aa

Рыжая – AA, или Aa

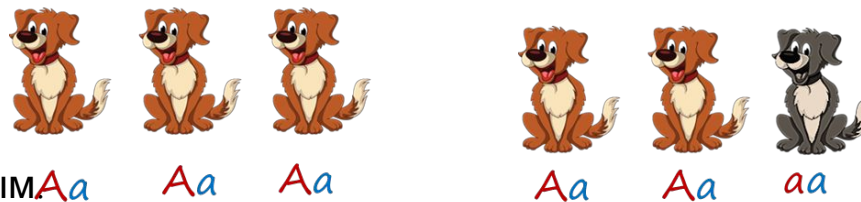
□ Следовательно генотип рецессивной особи – черной всегда известен – aa – рецессивная гомозигота.

□ А вот генотип рыжей собаки –?

□ Как же его узнать?



АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ – это скрещивание особи, имеющей доминантный фенотип, с гомозиготной рецессивной особью.



Aa

Aa

Aa

Aa

Aa

aa

□ Потомки получают гены от родителей – по одному из пары.

□ Для того, чтобы в данном случае родился черный щенок, нужно, чтобы «черные» гены пришли от обоих родителей,

□ Следовательно рыжая собака будет его носителем, т.е. гетерозиготной.

P: AA

P: Aa

□ Определить генотип рыжей собаки можно по ее потомкам.

□ Для этого надо рыжую собаку скрестить с черной.

□ Если все потомки будут рыжими (**единообразными и доминантными**), то по первому закону Менделя рыжая собака чистая линия, то есть AA.

□ Если среди потомков появятся черные (**то есть произойдет расщепление признаков**), то рыжая собака гетерозиготна, то есть Aa.

1 Определите соотношение фенотипов при полном доминировании и независимом наследовании признаков у потомков от скрещивания дигетерозиготного растения гороха с рецессивной по обоим признакам особью.

2. Какое соотношение генотипов получится при скрещивании двух гетерозигот при полном доминировании? Ответ запишите в виде последовательности цифр в порядке их убывания.

3. Скрестили дигетерозиготное растение томата с красными круглыми плодами с гомозиготным растением с желтыми овальными плодами (круглая форма плода и его красная окраска являются доминантными признаками). Определите соотношение фенотипов F_1 .

4. Сколько разных фенотипов получится при скрещивании гомозиготного растения с желтыми семенами и растения с зелеными семенами? Ответ запишите в виде числа.

5. Закон независимого наследования признаков проявляется, если соотношение фенотипов в F_2 при дигибридном скрещивании составляет ...

6. Какое количество гамет дает...

А. дигомозигота Б. гетерозигота В. дигомозигота Г. дигетерозигота Д. тригетерозигота Е. тригомозигота
Ж. тетрагетерозигота З. особь с генотипом гомозиготным по одному и гетерозиготным по второму признаку

7. Скрещивались две породы тутового шелкопряда, которые отличались двумя признаками: полосатые гусеницы плели желтые коконы, а одноцветные гусеницы плели белые коконы. В поколении F_1 все гусеницы были полосатые и плетущие желтые коконы. В поколении F_2 наблюдалось расщепление:

- 3117 – полосатые гусеницы, плетущие желтые коконы,
- 1067 – полосатые гусеницы, плетущие белые коконы,
- 1049 – одноцветные с желтыми коконами,
- 351 – одноцветные с белыми коконами.

Определите генотипы исходных форм и потомства F_1 и F_2

8. У кроликов серая окраска тела доминирует над черной, а мохнатая шерсть над гладкой. Черную гладкошерстную самку скрестили с дигетерозиготным самцом. Укажите генотипы родителей и генотипы и фенотипы гибридов первого поколения. Какой закон наследственности проявляется в данном случае?

9. При скрещивании растения арбуза с круглыми полосатыми плодами с растением, имеющим длинные полосатые плоды, все потомство имело круглые полосатые плоды. При скрещивании растения арбуза с круглыми зелеными плодами с растением, имеющим длинные полосатые плоды, в потомстве получили растения с длинными зелеными и круглыми зелеными плодами. Составьте схему решения задачи. Определите доминантные и рецессивные признаки, генотипы всех родительских растений арбуза. Как называется такое скрещивание и для чего его проводят?

10. Генотип одного из родителей будет $AaBb$, если при анализирующем дигибридном скрещивании и независимом наследовании признаков наблюдается расщепление по фенотипу в потомстве в соотношении. Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов, в порядке их убывания.
11. Скрестили растения томата с генотипами $AAвв$ и $aaBB$? Сколько генотипов образуется в потомстве F_1 ?
12. В семье, где родители хорошо слышали, и один из них имел светлые глаза, а другой карие, родился один ребенок глухой с карими глазами, а второй — хорошо слышал и имел светлые глаза. Какова вероятность дальнейшего появления глухих детей с карими глазами в семье, если известно, что ген карих глаз доминирует над светлыми, глухота — признак рецессивный, и обе пары генов находятся в разных хромосомах?
13. При скрещивании $AaBb \times Aabb$ какой процент в потомстве будет иметь генотип рецессивная дигомозигота?
14. Сколько процентов потомства обладало доминантным по обоим признакам фенотипом при скрещивании дигетерозиготного по этим признакам растений гороха с рецессивным по обоим признакам растением? Ответ запишите в виде числа.
15. Сколько типов гамет образует зигота с генотипом $FfBbCcSs$? Ответ запишите в виде цифры.

1. Сколько типов гамет образует зигота с генотипом?

А. ИиЛлЯя

Б. МмИиШшАа

2. Определите соотношение фенотипов при полном доминировании и независимом наследовании признаков у потомков от скрещивания тригетерозиготного растения гороха с рецессивной по обоим признакам особью.

3. Сколько разных фенотипов получится при скрещивании дигомозиготных растений с желтыми гладкими семенами и растения с зелеными морщинистыми семенами? Ответ запишите в виде числа.

4. Закон расщепления признаков проявляется, если соотношение фенотипов в F_2 при моногибридном скрещивании составляет ...

5. При скрещивании $AAbb \times aaBB$ какой процент в потомстве будет иметь генотип рецессивная дигомозигота?

6. При скрещивании курицы с гребнем и оперёнными ногами с петухом без гребня с оперенными ногами, все цыплята были с гребнем и оперенными ногами. При скрещивании кур с гребнем и голыми ногами с петухом, без гребня с оперенными ногами, в потомстве получили цыплят с гребнем и голыми ногами. Составьте схему решения задачи. Определите доминантные и рецессивные признаки, генотипы родителей и потомков. Как называется такое скрещивание и для чего его проводят?