

Законы Менделя



Основные понятия и термины

Наследование – процесс передачи наследственных свойств организма от одного поколения к другому.

Гомологичные хромосомы – одинаковые по размерам, по форме, по составу генов, но разные по происхождению: одна – от отца, другая – от матери.

Ген – участок молекулы ДНК, кодирующий первичную структуру полипептида (ген → белок → признак).

Аллельные гены – гены, которые локализованы в гомологичных хромосомах в одинаковых локусах и кодируют один и тот же признак или его вариации.

Например: ген формы горошины

A (доминантный)

a (рецессивный)

Основные понятия и термины

Гомозигота – организм, в котором данная пара аллельных генов одинакова: AA или aa.

Гетерозигота – организм, в котором пара аллелей неодинакова: Aa.

Гемизигота – когда в диплоидном организме присутствует один ген из пары аллели и он всегда проявляется. Например, в X-хромосоме у мужчин в локусе, которого нет в Y-хромосоме, находится один ген гемофилии, а в Y-хромосоме такой ген отсутствует.

Доминантный ген – преобладающий, который подавляет проявление других аллелей.

Рецессивный ген – он проявляется только в гомозиготном состоянии.

Генотип – совокупность генов данного организма.

Фенотип – совокупность признаков данного организма (внешних и внутренних). Он развивается в результате взаимодействия

Специальная символика

- **P** — родители
- **F** — потомство, число внизу или сразу после буквы указывает на порядковый номер поколения (F_1 — гибриды первого поколения — прямые потомки родителей, F_2 — гибриды второго поколения — возникают в результате скрещивания между собой гибридов F_1)
- **x** — значок скрещивания
- **♂** — мужская особь
- **♀** — женская особь;
- **A, a, B, b, C, c** — буквами латинского алфавита обозначаются отдельно взятые наследственные

Основные понятия и термины

Генотип – совокупность генов данного организма. Однако часто под генотипом понимают одну или две пары аллелей (гомозиготы и гетерозиготы).

Фенотип – совокупность признаков данного организма (внешних и внутренних). Он развивается в результате взаимодействия генотипа с внешней средой. В фенотипе реализуется не все генотипические возможности, а **лишь** часть их, для которых были конкретные **оптимальные** условия.

МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

УДАЧНЫЙ ВЫБОР ОБЪЕКТА ДЛЯ СКРЕЩИВАНИЙ —
ГОРОХ, ТАК ОН:

- ЯВЛЯЕТСЯ СТРОГИМ САМООПЫЛИТЕЛЕМ,
- ОТНОСИТЕЛЬНО ПРОСТО ВЫРАЩИВАЕТСЯ И ИМЕЕТ КОРОТКИЙ ПЕРИОД РАЗВИТИЯ (ЗА ГОД МОЖНО ПОЛУЧИТЬ НЕСКОЛЬКО ПОКОЛЕНИЙ);
- ИМЕЕТ МНОГОЧИСЛЕННОЕ ПОТОМСТВО, ЧТО УДОБНО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА;
- ИМЕЕТ БОЛЬШОЕ КОЛИЧЕСТВО ХОРОШО ЗАМЕТНЫХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПРИЗНАКОВ

Альтернативные признаки гороха:

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.

Т.О., ПРИ ТАКОМ

СКРЕЩИВАНИИ ПРОСЛЕЖИВАЮТСЯ

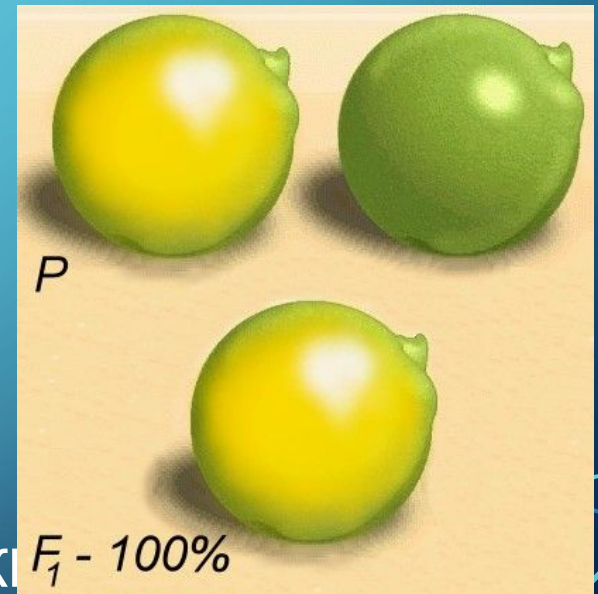
ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ

ТОЛЬКО ДВУХ ВАРИАНТОВ ПРИЗНАКА

(НАПРИМЕР, БЕЛАЯ И ФИОЛЕТОВАЯ ОКРАСКА

ВЕНЧИКА), А ВСЕ ОСТАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ

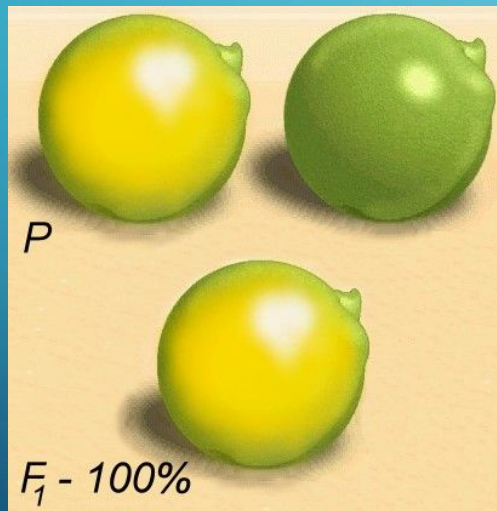
ОРГАНИЗМА ВО ВНИМАНИЕ НЕ ПРИНИМАЮТСЯ.



Первый закон Менделя

Классическим примером моногибридного скрещивания является скрещивание сортов гороха с **желтыми** и **зелеными** семенами.

В результате все потомки имели желтые семена.



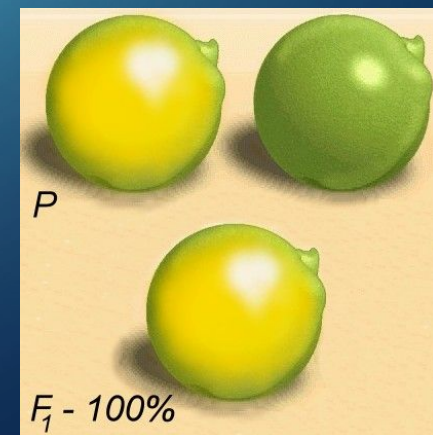
Первый закон Менделя

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**.

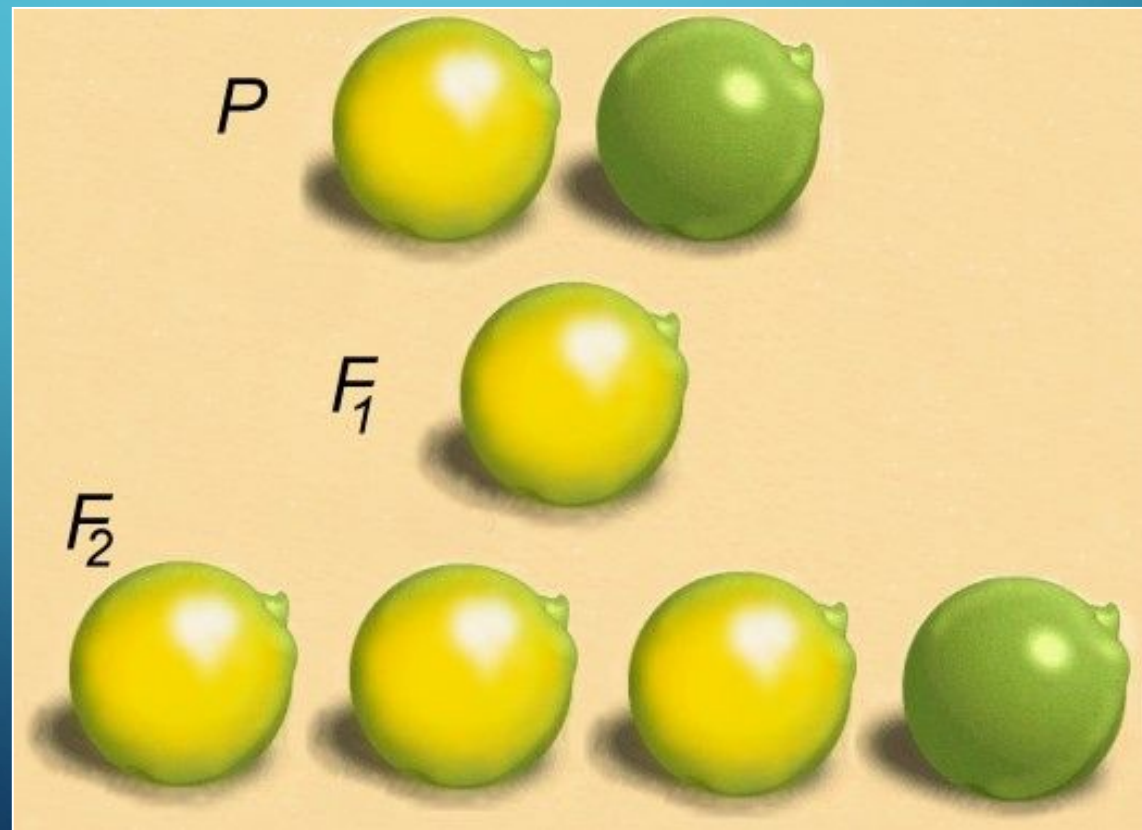
Позже выявленная закономерность была названа **законом единообразия гибридов первого поколения, или законом доминирования**.

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.

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)

F₁ Aa x Aa
Желт. Желт.

Гам. (A) (a) (A) (a)

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

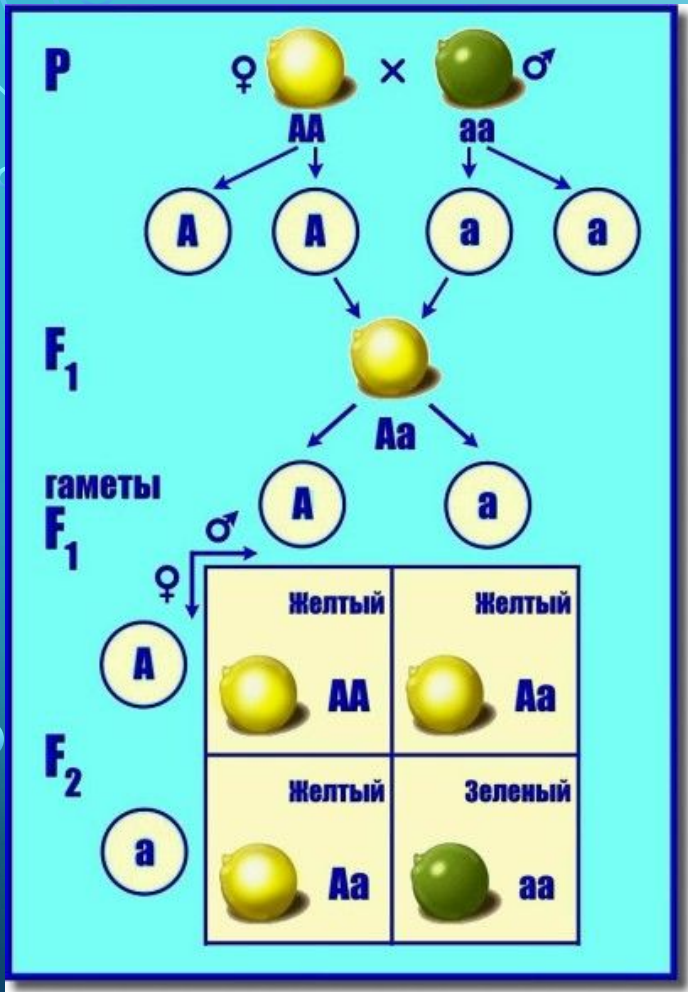
Английский генетик Реджинальд Пеннет предложил проводить запись в виде решетки, которую так и назвали — **решетка Пеннета**. По вертикали указываются женские гаметы, по горизонтали — мужские.

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



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.

Закон чистоты гамет:

гаметы "чисты", содержат только один наследственный признак из пары.

В каждую гамету попадает только одна аллель из пары аллелей данного гена родительской особи. В норме гамета всегда чиста от второго гена аллельной пары.

Решение задачи на моногибридное скрещивание

Задача №1

На звероферме в течение нескольких лет от одной пары норок был получен приплод в 225 особей. Из них 167 имели коричневый мех, а 58 - голубовато-серый. Определите, какой из признаков является доминантным? Каковы генотипы и фенотипы родителей и потомства?

Задача №2.

У каракульской овцы черная окраска шерсти является рецессивным признаком по отношению к серой окраске. От скрещивания черных и серых гомозиготных животных получили 96 гибридов.

Гибриды скрещивались между собой, и во втором поколении было получено 48 ягнят.

Сколько гетерозиготных животных среди гибридов в первом поколении?

Сколько разных генотипов среди гибридов второго поколения?

Сколько разных фенотипов среди гибридов второго поколения?

Сколько будет серых животных во втором поколении?

Сколько будет черных животных во втором поколении?

Задача №3.

Гладкая форма семян у гороха доминирует над морщинистой. Скрещивались гомозиготные растения. В первом поколении получено 16 растений. После их самоопыления получили 960 семян.

Сколько растений в первом поколении будут гетерозиготными?

Сколько разных фенотипов будет в первом поколении?

Сколько семян во втором поколении будут гомозиготными по доминантному признаку?

Сколько семян будут гетерозиготными во втором поколении?

Сколько будет морщинистых семян во втором поколении?

Задача №4

У ночной красавицы красная окраска цветков неполно доминирует над белой. При скрещивании красноцветкового растения с белоцветковым получено 48 растений первого поколения. От их самоопыления получено 240 растений во втором поколении.

Сколько типов гамет может дать розовоцветковое растение?

Сколько растений в первом поколении имеют розовую окраску цветков?

Сколько разных генотипов может образоваться во втором поколении?

Сколько растений во втором поколении имеют красную окраску цветков?

Сколько растений во втором поколении имеют белую окраску цветков?

Задача №5.

Длинная шерсть у кошек рецессивна по отношению к короткой. Длинношерстная кошка, скрещенная с гетерозиготным короткошерстным котом, принесла 4 котенка. Сколько типов гамет может образоваться у кота?

Сколько типов гамет может образоваться у кошки?

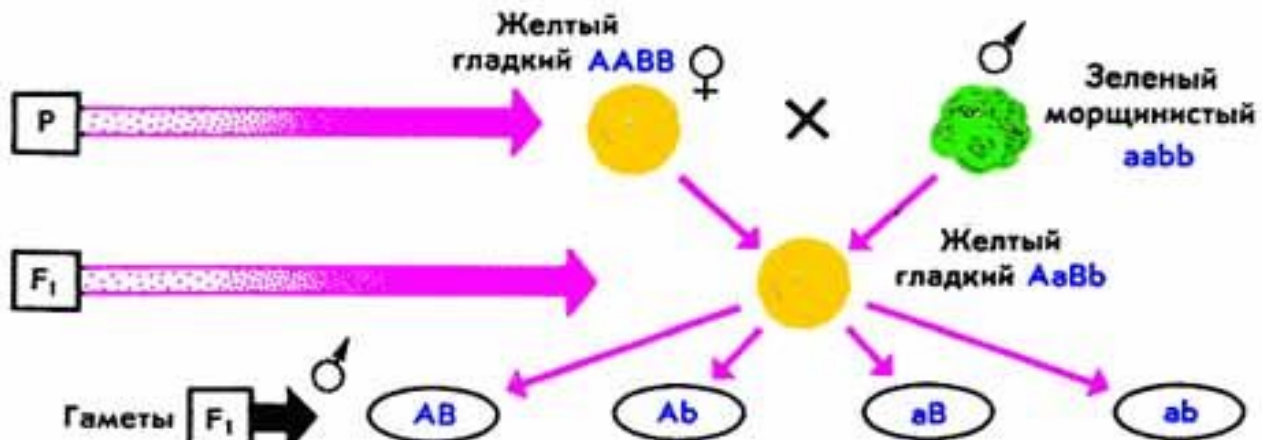
Сколько разных фенотипов может быть среди котят?

Сколько разных генотипов будет среди котят?

Сколько котят будет с длинной шерстью?

Дигибридное скрещивание

- скрещивание организмов, различающихся по двум парам альтернативных признаков, например, окраске цветков (белая или окрашенная) и форме семян (гладкая или морщинистая).



♀ AB	Желтый гладкий AA BB	Желтый гладкий AA Bb	Желтый гладкий Aa BB	Желтый гладкий Aa Bb
Ab	Желтый гладкий AA Bb	Желтый морщинистый AA bb	Желтый гладкий Aa Bb	Желтый морщинистый Aa bb
aB	Желтый гладкий Aa BB	Желтый гладкий Aa Bb	Зеленый гладкий aa BB	Зеленый гладкий aa Bb
ab	Желтый гладкий Aa Bb	Желтый морщинистый Aa bb	Зеленый гладкий aa Bb	Зеленый морщинистый aa bb

F₂

Первое поколение после скрещивания обладало доминантным фенотипом по всем признакам. (желтые и гладкие горошины)

Во втором поколении наблюдалось расщепление фенотипов по формуле 9:3:3:1.

**9/16 желтыми гладкими горошинами,
3/16 с желтыми морщинистыми горошинами,
3/16 с зелёными гладкими горошинами,
1/16 с зелёными морщинистыми горошинами.**

Закон независимого наследования (третий закон Менделя)

При скрещивании двух гомозиготных 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

**Этот закон выполняется,
если разные пары аллельных генов
находятся в разных парах гомологичных
хромосом.**

Условия выполнения закона расщепления при моногибридном скрещивании

Расщепление 3 : 1 по фенотипу и 1 : 2 : 1 по генотипу выполняется приближенно и лишь при следующих условиях:

Изучается большое число скрещиваний (большое число потомков).

Гаметы, содержащие аллели А и а, образуются в равном числе (обладают равной жизнеспособностью).

Нет избирательного оплодотворения: гаметы, содержащие любой аллель, сливаются друг с другом с равной вероятностью.

Зиготы (зародыши) с разными генотипами одинаково жизнеспособны.

Условия выполнения закона независимого наследования

Все условия, необходимые для выполнения закона расщепления.

Расположение генов, отвечающих за изучаемые признаки, в разных парах хромосом (несцепленность).

Условия выполнения закона чистоты гамет

Нормальный ход мейоза. В результате нерасхождения хромосом в одну гамету могут попасть обе гомологичные хромосомы из пары. В этом случае гамета будет нести по паре аллелей всех генов, которые

Задачи на дигибридное скрещивание.

Задача №1. У спаниелей чёрный цвет шерсти доминирует над кофейным, а короткая шерсть – над длинной. Охотник купил собаку чёрного цвета с короткой шерстью и, чтобы быть уверенным, что она чистопородна, провёл анализирующее скрещивание. Родилось 4 щенка: 2 короткошерстных чёрного цвета, 2 короткошерстных кофейного цвета. Каков генотип купленной охотником собаки?

Задача №2.

У томата красная окраска плода доминирует над желтой окраской, а высокий стебель - над низким стеблем. От скрещивания сорта с красными плодами и высоким стеблем и сорта с желтыми плодами и низким стеблем получили 28 гибридов во втором поколении. Гибриды первого поколения скрещивались между собой, получили 160 растений-гибридов второго поколения.

Сколько типов гамет образует растение первого поколения?

Сколько растений в первом поколении имеют красную окраску плода и высокий стебель?

Сколько разных генотипов среди растений второго поколения с красной окраской плода и высоким стеблем?

Сколько растений во втором поколении имеют желтую окраску плода и высокий стебель?

Сколько растений во втором поколении имеют желтую окраску плода и низкий стебель?

Задача №3

У человека карий цвет глаз доминирует над голубым цветом, а способность владеть левой рукой рецессивна по отношению к праворукости.

От брака голубоглазого мужчины-правши с кареглазой женщиной-левшой родился голубоглазый ребенок-левша.

Сколько типов гамет образуется у матери?

Сколько типов гамет образуется у отца?

Сколько может быть разных генотипов среди детей?

Сколько может быть разных фенотипов среди детей?

Какова вероятность рождения в этой семье голубоглазого ребенка-левши (%)?

Задача №4

Хохлатость у кур доминирует над отсутствием хохла, а черная окраска оперения - над бурой. От скрещивания гетерозиготной черной курицы без хохла с гетерозиготным бурым хохлатым петухом получено 48 цыплят.

Сколько типов гамет образуется у курицы?

Сколько типов гамет образуется у петуха?

Сколько разных генотипов будет среди цыплят?

Сколько будет хохлатых черных цыплят?

Сколько будет черных цыплят без хохла?

Задача №5

У кошек короткая шерсть сиамской породы доминирует над длинной шерстью персидской породы, а черная окраска шерсти персидской породы доминантна по отношению к палевой окраске сиамской. Скрещивались сиамские кошки с персидскими. При скрещивании гибридов между собой во втором поколении получено 24 котенка. Сколько типов гамет образуется у кошки сиамской породы?

Сколько разных генотипов получилось во втором поколении?

Сколько разных фенотипов получилось во втором поколении?

Сколько котят во втором поколении похожи на сиамских кошек?

Сколько котят во втором поколении похожи на персидских?

Решение задач на дом

Вариант 1

1) Голубоглазый правша женился на кареглазой правше. У них родилось двое детей – кареглазый левша и голубоглазый правша. От второго брака этого мужчины с другой кареглазой правшой родилось 8 кареглазых детей, все правши. Каковы генотипы всех трёх родителей.

2) У человека ген лопухости доминирует над геном нормальных прижатых ушей, а ген нерыжих волос над геном рыжих. Какого потомства можно ожидать от брака лопухого рыжего, гетерозиготного по первому признаку мужчины с гетерозиготной нерыжей с нормальными прижатыми ушами женщиной.

Вариант 2

1) У человека косолапость (Р) доминирует над нормальным строением стопы (р) а нормальный обмен углеводов (О) над сахарным диабетом. Женщина, имеющая нормальное строение стопы и нормальный обмен веществ, вышла замуж за косолапого мужчину. От этого брака родилось двое детей, у одного из которых развилась косолапость, а у другого сахарный диабет. Определить генотип родителей по фенотипу их детей. Какие фенотипы и генотипы детей возможны в этой семье?

2) У человека ген карих глаз доминирует над геном голубых глаз, а умение владеть правой рукой над леворукостью. Обе пары генов расположены в разных хромосомах. Какими могут быть дети, если: отец левша, но гетерозиготен по цвету глаз, а мать голубоглаза, но гетерозиготна в отношении умения владеть руками.