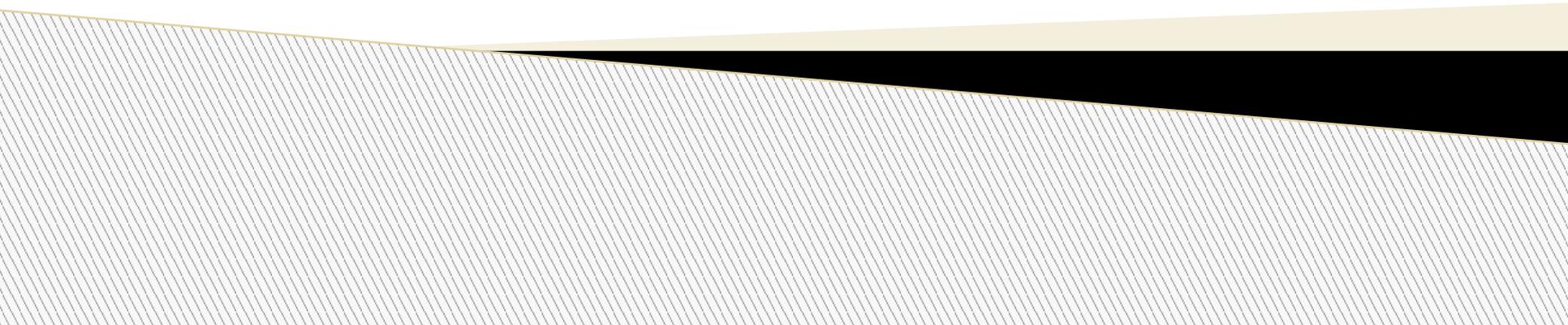


# **Основные закономерности наследования. Менделирующие заболевания человека**

Тема №1



# Регламент

№ п/п	Этап практического занятия	Время (мин)
1.	Организационная часть.	5
1.1	Приветствие.	1
1.2	Регистрация присутствующих в журнале.	4
2.	Введение.	10
2.1	Озвучивание темы и ее актуальность, цели и плана практического занятия.	3
2.2	Ответы на вопросы студентов, возникшие при подготовке к занятию.	4
2.3	Выдача методических указаний, инструкций, необходимых для проведения занятия.	3
3.	Разбор теоретического материала	20
3.1	Обсуждение основных положений темы, необходимых для выполнения практической работы	15
3.2	Вводный инструктаж по технике безопасности	5
	Перерыв	10
4.	Практическая часть	50
4.1	Самостоятельная практическая работа студентов.	30
4.2.	Индивидуальное и групповое консультирование при выполнении заданий.	10
4.3.	Контроль успешности выполнения практических заданий с выставлением оценки в журнал.	10
5.	<b>Заключительная часть: задание на следующее занятие.</b>	5

# Вопросы для самоподготовки к теме №1

1. История открытия основных закономерностей наследования.
2. Основные черты гибринологического метода?
3. Что такое "чистая линия" и как ее получают?
4. Какое скрещивание называется моногибридным?
5. Какое скрещивание называется дигибридным?
6. Какие признаки называются альтернативными?
7. Какие гены называются аллельными и неаллельными?
8. В чем состоит гипотеза Менделя о чистоте гамет?
9. Какое скрещивание называется полигибридным?
10. Понятие об аутосомном моногенном (менделирующем) наследовании признаков.
11. Наследование некоторых заболеваний человека по аутосомно-доминантному типу (ахондроплазия, синдактилия, полидактилия, брахидактилия).
12. Наследование некоторых заболеваний человека по аутосомно-рецессивному типу (фенилпиркетонурия, альбинизм, микрофтальмия).

# Демонстрационный вариант теста

1. Какие признаки называются альтернативными?

- а) рецессивные; б) доминантные; в) взаимосочитающиеся; г) взаимоисключающие;
- д) сцепленные с полом.

2. Что такое "чистая" линия (чистосортная)?

- а) моногибридная; б) гомозиготная; в) дигибридная; г) мутагенная; д) гетерозиготная

3. По каким признакам вы будете анализировать потомство гороха при моногибридном скрещивании?

- а) желтые и зеленые горошины;
- б) высокие растения с желтыми и зелеными горошинами;
- в) высокие и низкие растения, желтые, зеленые, морщинистые и гладкие горошины;
- г) желтые, зеленые, морщинистые и гладкие горошины;
- д) желтые и морщинистые горошины.

4. как получить F<sub>2</sub> у дрозофиллов?

- а) скрещивание доминантных гомозиготных особей F<sub>1</sub> с родителями;
- б) скрещивание братьев и сестер F<sub>1</sub> ;
- в) скрещивание мух F<sub>1</sub> с рецессивными родителями;
- г) самоопылением;
- д) скрещивание мух F<sub>1</sub> с доминантными родителями.

5. Выберите символ обозначения потомства второго поколения:

- а) F б) F<sub>2</sub> в) P<sub>2</sub> г) P д) F<sub>1</sub>

# Демонстрационный вариант теста

6. В чем состоит гипотеза Менделя о чистоте гамет?

- а) гаметы содержат одну из негомологичных хромосом;
- б) гаметы содержат пару гомологичных хромосом;
- в) гаметы содержат одну пару аллельных генов;
- г) гаметы содержат один из неаллельных генов;
- д) гаметы содержат только один из пары аллельных генов

7. каким будет потомство гомозиготной особи от моногибридного анализирующего скрещивания?

- а) Аа      б) Аа, аа    в) АВ, ав    г) аа      д) АаВв

8. Выберите правильную запись генотипа гомозиготных дрозофил с растопыренными крыльями и темным телом.

- а) АаВв    б) авав      в) АВАВ    г) аавв      д) ААВВ

9. Подберите пару генотипов родителей для дигибридного скрещивания:

- а) АВ      б) АА      в) ААВВ    г) аавв      д) АаВв

10. Какой фенотип у особей F<sub>2</sub> от дигибридного скрещивания?

- а) доминантный по обоим признакам;    б) рецессивный по обоим признакам;
- в) 50% особей доминантный фенотип по 1-му признаку, 50% доминантный по второму признаку.
- г) 9/16 особей имеют доминантный фенотип по обоим признакам, 3/16 доминантный по 1-му признаку и 3/16 доминантный по 2-му признаку, 1/16 рецессивный по обоим признакам;
- д) 75% доминантный фенотип по обоим признакам, 25% рецессивный по обоим признакам

# АКТУАЛЬНОСТЬ

- Менделирующие заболевания человека – наиболее изученный сегмент, связанный с генетикой человека. Они характеризуются весьма разнообразными клиническими проявлениями и встречаются во всех этнических и расовых группах.
- Врачу любой специальности придётся в своей практической деятельности встретиться с патологией такого рода.
- Вопросы по разделу «Основные закономерности наследования. Менделирующие заболевания человека» включены в экзаменационные билеты курсового экзамена и тестовые задания промежуточной аттестации.

# Краткий генетический словарь

- ▣ **Аллельные гены** – это гены, находящиеся в одинаковых локусах гомологичных хромосом и отвечающие за один и тот же признак.
- ▣ **Ген** – это участок молекулы ДНК, который содержит информацию о структуре белка.
- ▣ **Генетика** – это наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости.
- ▣ **Геном** – это совокупность генов гаплоидного набора хромосом.
- ▣ **Генотип** – это совокупность генов диплоидного набора хромосом или всего организма.
- ▣ **Генофонд** – это совокупность генов популяции.
- ▣ **Гетерозиготный организм** – это организм, у которого в аллельной паре находятся разные гены
- ▣ **Гомозиготный организм** – организм, у которого в аллельной паре находятся одинаковые гены.

# Краткий генетический словарь

- ▣ **Гомологичные хромосомы** – это хромосомы, появляющиеся во время оплодотворения и отличающиеся по состоянию гена.
- ▣ **Доминантный ген** – это подавляющий ген.
- ▣ **Изменчивость** – это свойство организмов приобретать новые признаки в течение жизни.
- ▣ **Кариотип** – это совокупность хромосом и их характеристика.
- ▣ **Наследственность** – это свойство организмов передавать потомкам определенные признаки и свойства.
- ▣ **Рецессивный ген** – это подавляемый ген, который проявляется только в гомозиготном состоянии.
- ▣ **Чистая линия** – это гомозиготный организм – порода или сорт, полученный в результате самоопыления или близкородственного скрещивания в течение нескольких поколений.

# Исследования Менделя



- Грегор Мендель родился в 1822 г. В 1843г. он поступил в монастырь августинце в Брюнне (Чехия), где принял духовный сан.
- Позднее он отправился в Вену, где провел два года, изучая в университете естественную историю и математику, затем вернулся в монастырь.
- Выбранные им предметы несомненно оказали существенное влияние на его последующие работы по наследованию признаков у гороха.



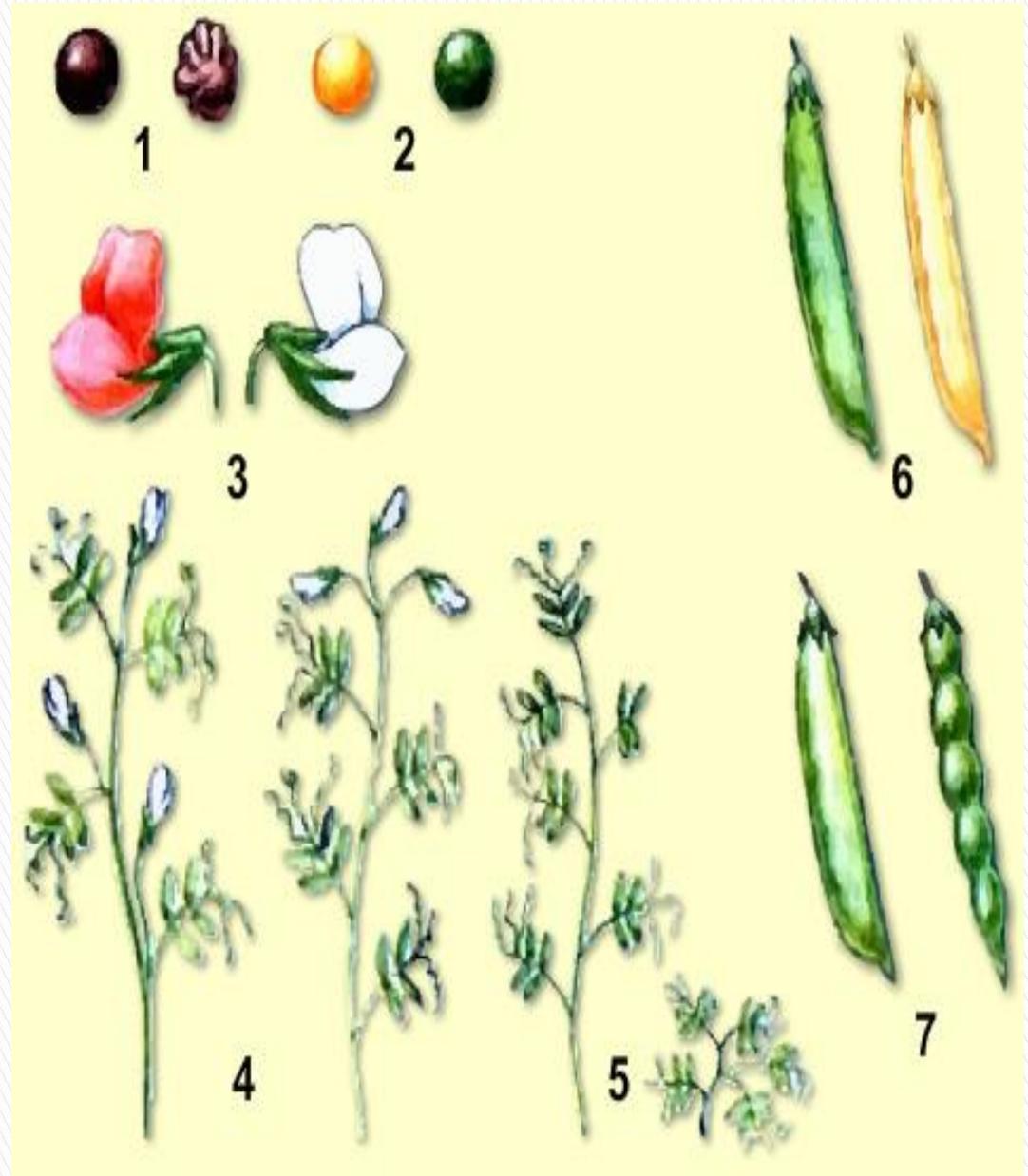
# Исследования Менделя

- Успехи, достигнутые Менделем, частично связаны с удачным выбором объекта для экспериментов – гороха посевного, или обыкновенного. По сравнению с другими видами гороха этот вид обладал рядом преимуществ:
- У него много сортов, четко различающихся по ряду признаков;
- Его легко выращивать;
- Репродуктивные органы полностью прикрыты лепестками, так что растения обычно самоопыляются (размножаются в чистоте);
- Возможно искусственное скрещивание сортов, дающее фертильное гибридное потомство.

Менделя интересовали семь главных признаков:

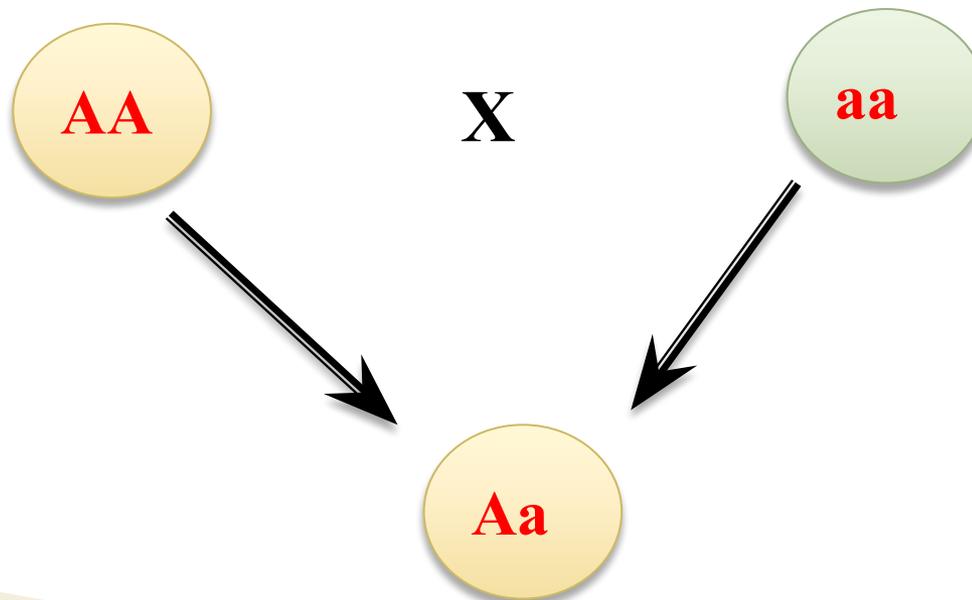
1. Высота стебля
2. Форма семян
3. Окраска семян
4. Форма плодов
5. Окраска плодов
6. Расположение цветка
7. Окраска цветка

*Следует отметить, что в выборе экспериментального объекта Менделю просто повезло: в наследовании отобранных им признаков не было ряда более сложных генетических особенностей, таких как кодоминирование, сцепление генов.*



# Первый закон Менделя

- Мендель начал работу с постановки эксперимента по *моногибридному скрещиванию*, в котором родительские особи отличались друг от друга по одному изучаемому признаку. Для этого он взял горох, отличающийся по цвету семян. Гибридные семена первого поколения оказались все желтого цвета.

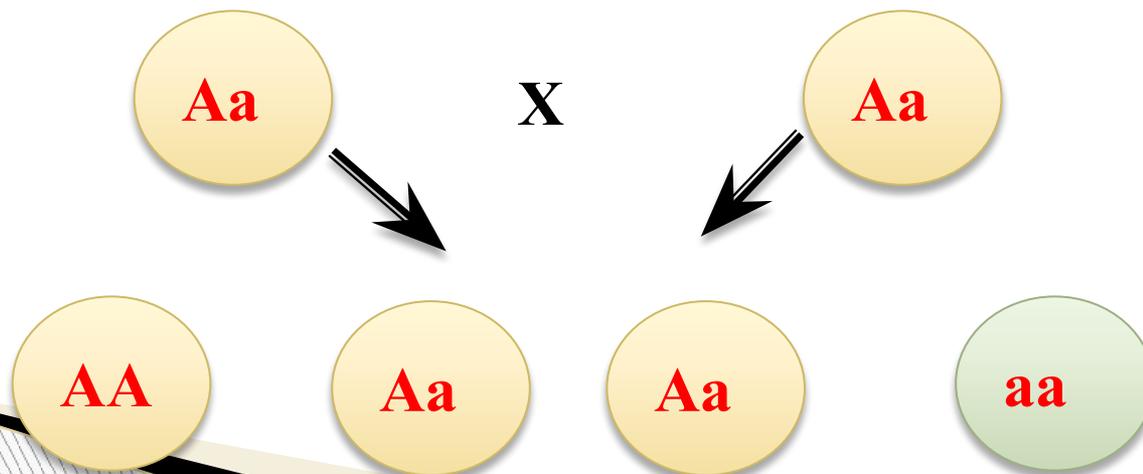


# Первый закон Менделя

- Признак, появляющийся у гибридов первого поколения и подавляющий развитие другого признака, был назван **доминантным**, а противоположный признак, подавляемый, - **рецессивным**.
- В результате такого скрещивания была установлена важнейшая закономерность наследования, названная **законом единообразия гибридов первого поколения**, или **законом доминирования**.

# Второй закон Менделя

- Из гибридных семян гороха Мендель вырастил растения, которые в результате самоопыления произвели семена второго поколения. Среди них оказались не только желтые, но и зеленые семена, т.е. произошло *расщепление* потомства на две группы, одна из которых обладала *доминантным* признаком, а вторая – *рецессивным*.



# Второй закон Менделя

Это расщепление подчиняется строгим количественным закономерностям:

- $\frac{3}{4}$  семян оказались желтыми
- $\frac{1}{4}$  - зелеными

Таким образом, Мендель установил, что *во втором поколении гибридов появляются особи с доминантными и рецессивными признаками, причем их соотношение 3:1.*

Эта закономерность была названа *законом расщепления.*

# Аллельные гены

Мендель не ограничился изучением второго поколения.

Чтобы объяснить закономерности наследования признаков у гороха, Мендель предположил, что развитие каждого признака определяется неким наследственным фактором, который впоследствии был назван геном.

Мендель ввел буквенные обозначения:

- ▣ **A, B, C** – доминантный признак,
- ▣ **a, b, c** – рецессивный признак

Пару признаков – **A** и **a**, которые определяют альтернативные признаки, называют *аллельными генами*, а каждый член пары – *аллелем*.

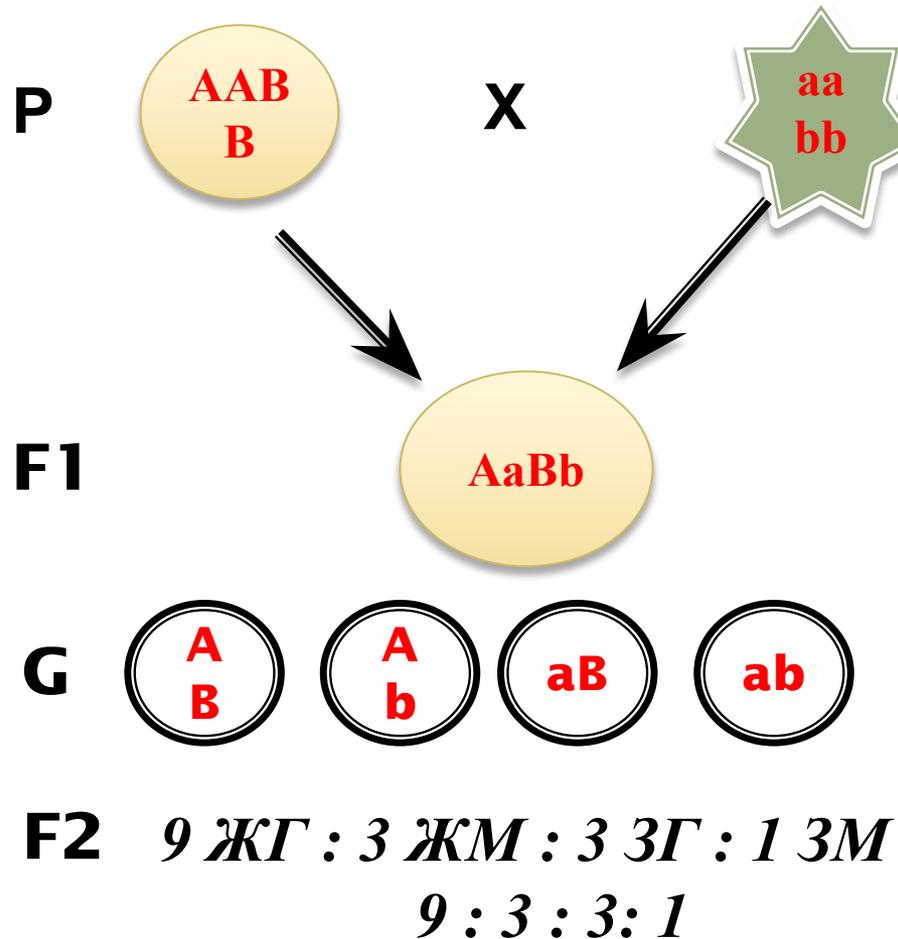
*Аллели* – это различные состояния гена, определяющие различные формы одного и того же признака.

*В данном опыте желтая окраска доминантный признак – (A), а зеленая – рецессивный (a). А ген, отвечающий за цвет семян, может находиться в двух аллельных вариантах: желтая окраска (A) или зеленая окраска (a).*

# Закон чистоты гамет

- Мендель предположил, что каждая клетка организма содержит по два наследственных фактора, причем при образовании гибридов эти факторы не смешиваются, а сохраняются в неизменном виде.
- При половом размножении связь между поколениями осуществляется через половые клетки – *гаметы*. Поэтому Мендель предположил, что каждая гамета должна содержать только один фактор из пары, чтобы при их слиянии восстанавливался двойной набор.
- Если при оплодотворении встретятся две гаметы, несущие рецессивный признак, то сформируется организм с рецессивным признаком (*aa*). С доминантным, следовательно, все наоборот (*AA, Aa*).
- Мендель сделал выводы, что наследственные факторы в гибриде не смешиваются и передаются гаметам в «*чистом*» виде. В этом и состоит смысл *закона чистоты гамет*, который можно сформулировать так: *при образовании половых клеток в каждую гамету попадает только один аллель из каждой пары.*

# Третий закон Менделя



- В природе организмы редко отличаются друг от друга только по одному признаку, поэтому Мендель решил исследовать, как ведут себя в ряду поколений несколько признаков одновременно.
- Скрещивание, при котором прослеживается наследование двух пар альтернативных признаков, называют *дигибридным*.
- Для этого эксперимента он взял два сорта гороха, один из которых имел желтые и гладкие семена, а другой - зеленые и морщинистые.

# Третий закон Менделя

При самоопылении растений во втором поколении произошло расщепление и образовалось четыре фенотипических класса:

1. Желтые и гладкие
2. Желтые и морщинистые
3. Зеленые гладкие
4. Зеленые морщинистые

При этом, если гены, отвечающие за формирование исследуемых признаков, расположены в разных хромосомах, то при образовании гамет у гибридов первого поколения они будут *комбинироваться независимо* друг от друга. Поэтому у гибридов первого поколения ( $AaBb$ ) образуется четыре типа гамет в равных количествах:  $AB$ ,  $Ab$ ,  $aB$ ,  $ab$ . Во втором поколении образуется 9 разных генотипов, проявляющиеся в четырех фенотипических группах ( $ЖГ$ ,  $ЖМ$ ,  $ЗГ$ ,  $ЗМ$ ), причем соотношение этих фенотипов **9 : 3 : 3 : 1**.

# Третий закон Менделя

- Если подсчитать расщепление во втором поколении по каждой паре признаков отдельно, то легко убедимся, что в обоих случаях (желтые – зеленые и гладкие - морщинистые) оно равно **12 : 4**, т.е. **3 : 1**, как при моногибридном скрещивании. Значит, дигибридное скрещивание представляет собой два независимо идущих моногибридных скрещивания, результаты которых как бы накладываются друг на друга.
- Полученные результаты дигибридных скрещиваний позволили Менделю сформулировать **закон независимого наследования**: *при скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся по двум и более парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки передаются потомству независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях.*

# Пример решения задач на моногибридное скрещивание

## *Задача*

У человека ген длинных ресниц доминирует над геном коротких ресниц. Женщина с длинными ресницами, у отца которой были короткие ресницы, вступает в брак с мужчиной, имеющим короткие ресницы.

1. Сколько типов гамет образуется у мужчины?
2. Сколько типов гамет образуется у женщины?
3. Сколько разных генотипов может быть среди детей этой пары?
4. Какова вероятность, что ребенок в этой семье родиться с длинными ресницами?
5. Какова вероятность, что ребенок в этой семье родиться с короткими ресницами?

## *Дано:*

A – длинные ресницы  
a – короткие ресницы  
ж. – Aa (т.к. отец aa)  
м. – aa

## *Решение*

P Aa x aa

G A, a a

F1 Aa aa

1. 1 тип гамет
2. 2 типа гамет
3. 2 разных генотипа
4. Ребенок с длинными ресницами – 50%
5. Ребенок с короткими ресницами – 50 %

# Пример решения задач на дигибридное скрещивание

## Задача

У человека подбородок с треугольной ямкой доминирует над гладким, свободная мочка уха над несвободной. Эти признаки наследуются независимо.

Женщина с гладким подбородком и несвободной мочкой уха выходит замуж за мужчину, имеющего свободную мочку уха и треугольную ямку на подбородке. Известно, что мать мужчины имела гладкий подбородок и несвободную мочку уха.

1. Сколько типов гамет образуется у мужчины?
2. Сколько разных генотипов может быть среди потомков этих супругов?

## Дано:

A – подбородок с треуг. ямкой

a – гладкий подбородок

B – свободная мочка

b – несвободная мочка

женщина – aabb

мужчина – AaBb (т.к. его мать aabb)

## Решение

P AaBb × aabb

G AB, Ab, aB, ab ab

		AB
F1	AB	AaBb
	Ab	Aabb
	aB	aaBb
	ab	Aabb

1. У мужчины 4 типа гамет
2. 4 генотипа

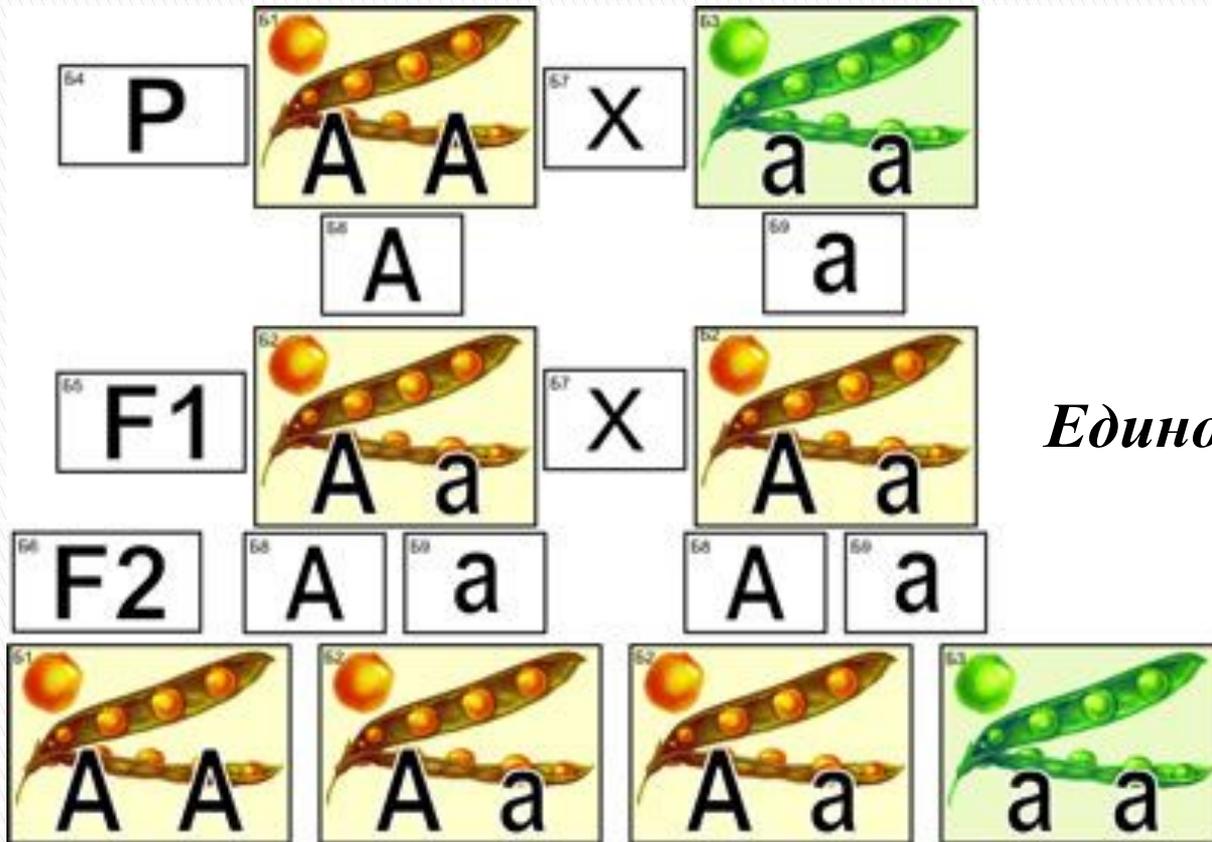
# Задания для подготовки к теме №1

▣ **Оформить протокол практического занятия:**

**Зарисовать схемы:**

1. Моногибридное скрещивание
2. Дигибридное скрещивание

# Схемы

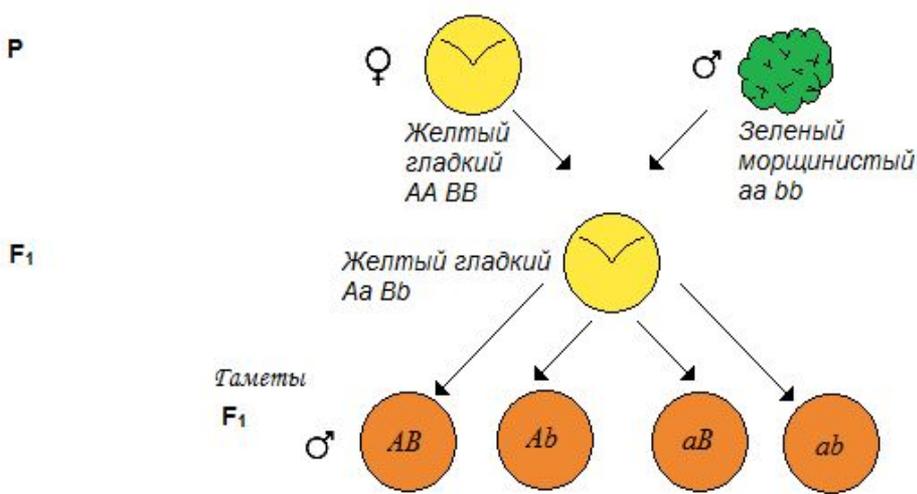


*Единообразии гибридов F1*

*Закон расщепления,  
соотношение в F2  
3 : 1 по фенотипу  
1 : 2 : 1 по генотипу*

Моногибридное скрещивание

# Схемы



♀ Гаметы	Желтый гладкий	Желтый гладкий	Желтый гладкий	Желтый гладкий
AB	AA BB	AA BB	AA BB	AA BB
Ab	AA BB	AA bb	AA BB	AA bb
aB	AA BB	AA BB	aa BB	aa BB
ab	AA BB	AA bb	aa BB	aa bb

**F<sub>2</sub>**

Цвет  $12Ж : 4З = 3 : 1$   
 Форма  $12Г : 4М = 3 : 1$

Соотношение в F<sub>2</sub>  
 $9 : 3 : 3 : 1$  по фенотипу

Дигибридное скрещивание



Менделирующие заболевания у  
человека



# Наследование по аутосомно-доминантному типу

## Ахондроплазия

- ▣ **Синоним** хондродистрофия
- ▣ **Минимальные диагностические признаки:** диспропорциональная карликовость за счет укорочения конечностей, характерные рентгенологические признаки.
- ▣ **Клиническая характеристика:** характерными признаками является низкий рост (при рождении 46-48 см, у взрослых – 120-130 см), большой череп с выступающим затылком, запавшая переносица, прогнатизм у взрослых. Конечности укорочены в основном за счет проксимальных отделов, кисти широкие и короткие, пальцы расположены в виде трезубца, часто наблюдается изодактилия, выражен поясничный лордоз. Дети отстают в моторном развитии, интеллект, как правило, нормальный. Рентгенологически выявляются диспропорции лицевого и мозгового отдела черепа, укорочение основания черепа, уменьшение затылочного отверстия. Трубчатые кости укорочены и утолщены, типичная форма таза – развернутые крылья подвздошных костей, крыша вертлужный впадин уплощена.

# Ахондроплазия



- ▣ *Популяционная частота* 1 : 100000
- ▣ *Соотношение полов:* Ж1 : М1
- ▣ *Дифференциальный диагноз:* ахондрогенез, асфиксическая дистрофия грудной клетки.

# Наследование по аутосомно-доминантному типу

## Синдактилия

- Это врожденный порок развития кисти, заключающийся в сращениях одного или нескольких пальцев с нарушением косметического и функционального состояния.
- На долю этой патологии в изолированном виде или в сочетании с другими деформациями по данным ряда авторов приходится более 50 % всех врожденных аномалий кисти.
- Частота встречаемости – 1:2000-1:4000. До 60 % детей с синдактилией имеют сопутствующую врожденную патологию опорно-двигательного аппарата .
- Отсутствие или ограничение дифференцированных движений пальцев при врожденной синдактилии является большим препятствием для нормального гармоничного развития ребенка в связи нарушением хвата и соответственно психомоторного , а в ряде случаев интеллектуального развития. Врожденная синдактилия кисти характеризуется многообразием клинических проявлений.



Синдактилия

# Наследование по аутосомно-доминантному типу

## Полидактилия

*Полидактилия* - это ненормальное количество пальцев на руках или стопах. Состояние обычно наследуется по аутосомно-доминантному типу, но некоторые формы наследуются по аутосомно-рецессивному типу.

### *Причины:*

- Семейная полидактилия (наследственный вариант)
- Синдром Эллиса-ван-Кревельда (хондорозктодермальная дисплазия)
- Синдром Карпентера
- Трисомия по 13 хромосоме
- Синдром Рубинштейна-Тайби
- Синдром Смита – Лемли-Опица
- Синдром Лоуренса-Муна-Барда-Бидля
- Торакальная дистрофия с асфиксией

# Полидактилия



# Наследование по аутосомно-доминантному типу

## Брахидактилия

- Для брахидактилии характерно укорочение пальцев различной степени. Укорочение это обусловлено недоразвитием фаланг или метакарпальных (метатарзальных) костей. Нарушение функции пальцев при брахидактилии невелико.
- Если один из родителей страдает этим заболеванием и имеет один доминантный ген брахидактилии, а другой родитель – здоров, то вероятность заболевания потомков составляет **50%**.
- Укорочение пальцев обусловлено недоразвитием фаланг или метакарпальных (метатарзальных) костей.
- *Дифференциальный диагноз:* синдромы с брахидактилией.

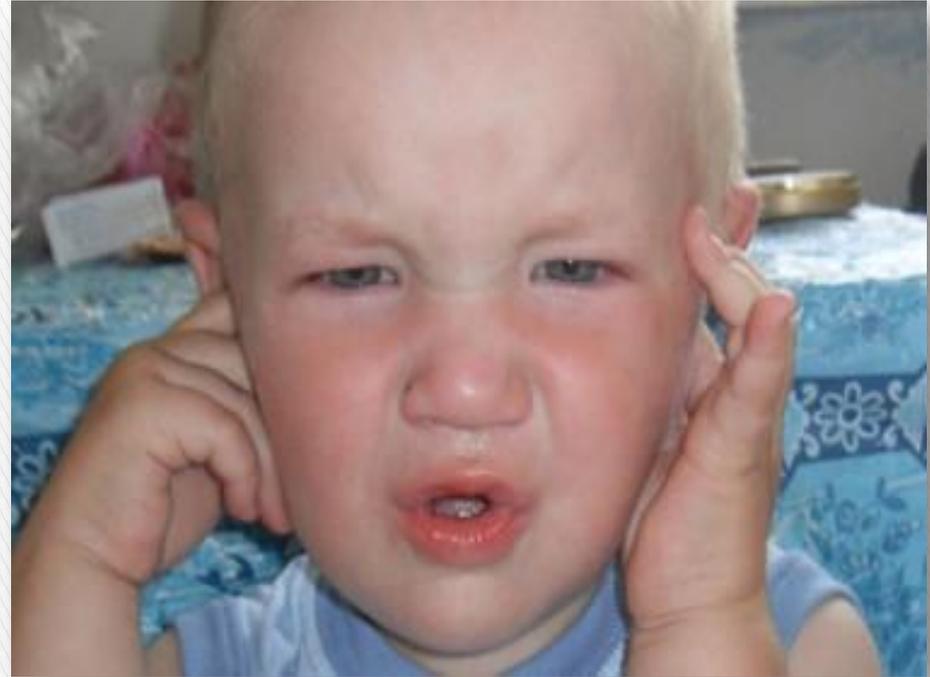
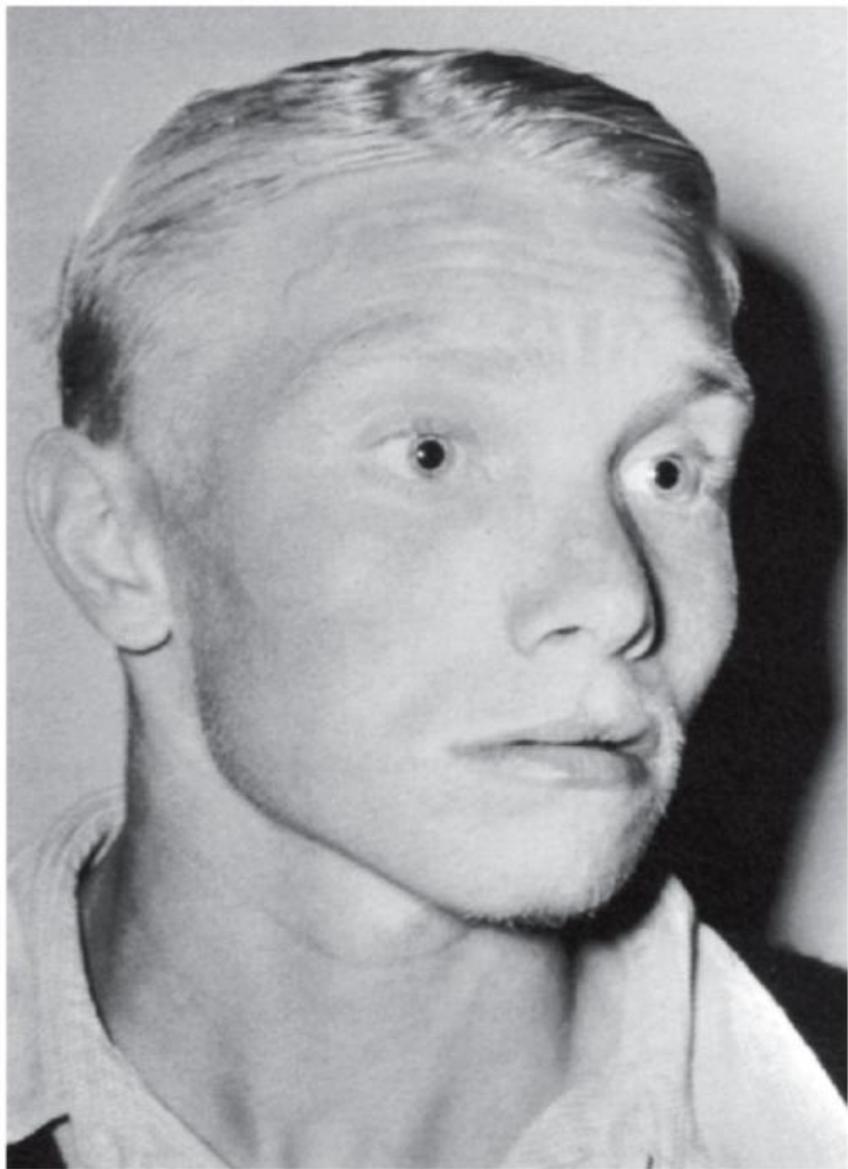


Брахидактилия

# Наследование по аутосомно-рецессивному типу

## Фенилкетонурия

- Наследственное заболевание, в результате которого нарушаются процессы обмена *аминокислоты фенилаланина* и накапливаются в организме токсические промежуточные продукты.
- При дефекте фермента *фенилаланингидроксилазы* фенилаланин не превращается в *тирозин* и накапливается в крови в больших концентрациях. Это приводит к частичному превращению фенилаланина в *фенилуксусную и фенилмолочную кислоты*, накопление которых наряду с повышенной концентрацией самого фенилаланина оказывает токсическое воздействие на мозг ребенка. В результате у детей наблюдается различная степень дефекта умственного развития.
- Нарушение метаболизма фенилаланина сопровождается также нарушением синтеза пигмента меланина, поэтому у больных наблюдается слабая пигментация волос и радужки глаз. Кроме того характерен судорожный синдром.



Фенилкетонурия

# Наследование по аутосомно-рецессивному типу

## Альбинизм

- Врожденное отсутствие пигмента в коже и ее придатках, радужной и пигментной оболочках глаз. В основе заболевания лежит неспособность меланоцитов образовывать меланин.
- В настоящее время считается, что причиной заболевания является отсутствие (или блокада) фермента *тирозиназы*, необходимой для нормального синтеза *меланина* — особого вещества, от которого зависит окраска тканей.
- Депигментация кожи и придатков наблюдается с рождения, сопровождается сухостью кожи, нарушением потоотделения, иногда гипопилии гипертрихозом, особенно на открытых участках. У больных легко возникают солнечные ожоги.
- Из-за отсутствия пигмента в тканях глаза зрачки кажутся красными. Характерными являются горизонтальный нистагм и выраженная светобоязнь.
- Часто наблюдаются сходящееся косоглазие, снижение остроты зрения в результате нарушений рефракции, катаракты, возможна микрофтальмия.
- Нередко наблюдаются бесплодие, пороки развития, сокращение продолжительности жизни, олигофрения.



Альбинизм

# Наследование по аутосомно-рецессивному типу

## Микрофтальмия

- Наследственное заболевание, характеризующееся уменьшением *объема глазного яблока*. Наблюдается снижение остроты зрения. На глазном дне обнаруживается отсутствие или недостаток пигментного эпителия сетчатки. Придаточный аппарат глаза при этом развит правильно.
- Описаны помутнение роговицы, катаракта, отслойка сетчатки, уменьшение и изменение формы зрительного нерва, кисты орбиты.
- Микрофтальмия сочетается аплазией и гипоплазией диска зрительного нерва, глаукомой, нистагмом. Описана также ассоциация микрофтальмии с пороками мочеполовой системы, пороками сердца, расщелиной неба.
- *Дифференциальный диагноз*: синдром Ленца.



Микрофтальмия

# Вопросы для самоподготовки к теме №2

1. Понятие о серии аллелей ( локусов).
2. Множественный аллелизм (на примере групп крови у человека по системе АВО).
3. Чем определяется групповая принадлежность крови у человека по системе АВО?
4. К какой группе химических соединений относятся
5. антигены (агглютиногены) и антитела (агглютинины)?
6. Где локализуются антигены и антитела?
7. Какие антигены и антитела характерны для каждой группы крови?
8. Обозначьте генотипы людей всех групп крови по системе АВО.

# Демонстрационный вариант теста

1. В кариотипе человека число половых хромосом равно:

- а) 46      б) 44      в) 22      г) 2

2. Генотип тригомозиготы:

- а) AABBDd      б) AaBbDd      в) ABD      г) AaBbDd

3. Организм с генотипом RRSSTt будет продуцировать гаметы:

- а) R, S, s, T, t      б) RR, Ss, Tt      в) RST, Rst, RSt, RsT      г) RST, RSt

4. Гены гомологичных хромосом, расположенные в одинаковых локусах, называют:

- а) альтернативными      б) гомологичными      в) аутосомными      г) аллельными

5. Сколько экземпляров одного и того же гена содержат сперматозоиды лошади?

- а) один      б) два      в) четыре      г) ни одного

6. Организм с генотипом GGMm будет продуцировать следующие сорта гамет:

- а) GM, Gm, gM, gm      б) G, g, M, m      в) GG, Mm      г) GM, Gm

# Демонстрационный вариант теста

7. Доминантным и гомозиготным можно назвать организм с генотипом:

- а) RrSSTt                      б) RRSSTT                      в) RST                      г) RrSsTt

8. Ген, фенотипически проявляющийся как в гомозиготном, так и в гетерозиготном состоянии, называется \_\_\_\_\_

9. Совокупность всех генов гаплоидного набора хромосом называется \_\_\_\_\_

10. При скрещивании особей с генотипами Dd x Dd расщепление по генотипу составляет \_\_\_\_\_

11. Сколько типов гамет образует особь с генотипом DdGGKk:  
\_\_\_\_\_

12. \_\_\_\_\_ — совокупность внешних и внутренних признаков организма.

# Литература

## Основная литература по дисциплине:

1. Биология: учебник для мед. спец. вузов: В 2т. / ред. В.Н. Ярыгин. - 3-е зд., стереотип. - М.: Высшая школа. – 2007. - Кн.1: Жизнь. Гены. Клетка. Онтогенез. Человек. – с. 64-71 и 92-129.

## Дополнительная литература:

1. Руководство к практическим занятиям по биологии: учебное пособие для студ. мед. вузов / ред. В. В. Маркина. - М.: Медицина, 2006. - 392 с. : ил.
2. Слюсарев, Аркадий Александрович. Биология: Учебник для студ. мед. вузов / А.А. Слюсарев, С.В. Жукова. Киев: Высш. школа. Головное изд-во, 1996. – 415 с
3. Гинтер Е.К. Медицинская генетика: Учебник. – М.: Медицина, 2003. – 448 с.
4. Гнатик Е.Н. Генетика человека: былое и грядущее. – М. Издательство ЛКИ, 2007. – 277 с.