

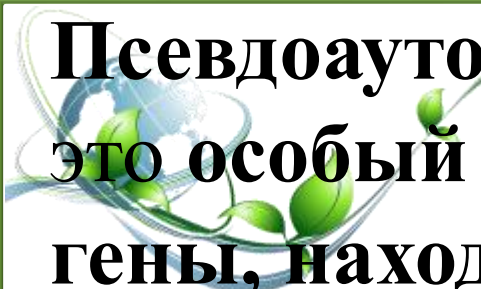
**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Кольчугинская школа №1 имени Аврамова Георгия Николаевича»
Симферопольского района Республики Крым**

Решение задач по генетике на применение знаний в новой ситуации (задания высокого уровня сложности).

Докладчик:

**Гусева Н.С., учитель биологии высшей
квалификационной категории
МБОУ «Кольчугинская школа № 1 им.
Аврамова Г.Н.»**



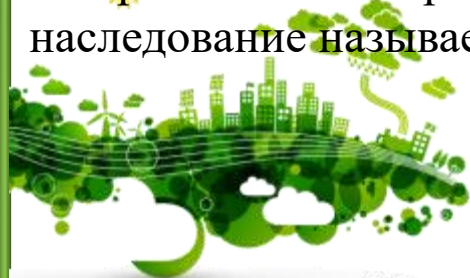
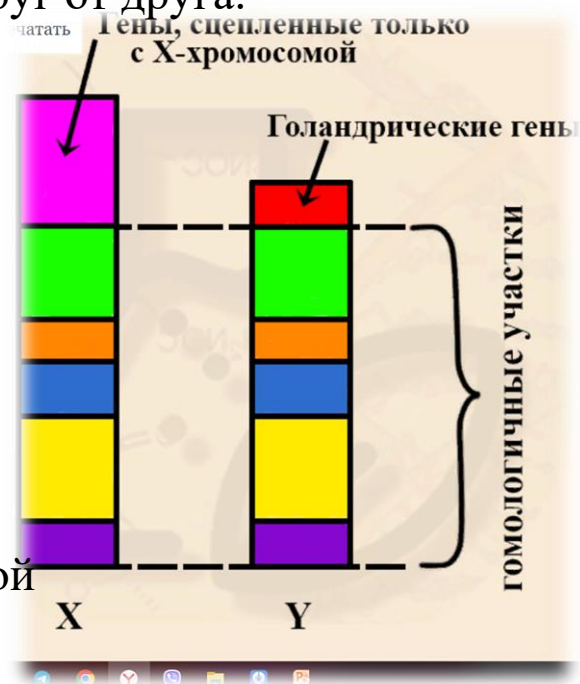


Псевдоаутосомное наследование – это особый тип наследования, при котором гены, находящиеся на парных хромосомах X и Y, могут наследоваться как от отца, так и от матери. Этот процесс может приводить к возникновению генетических дефектов, которые могут быть сбалансированы различными механизмами. Одним из механизмов балансировки генетических дефектов является инактивация одного из аллелей.



X и Y – хромосомы, как и аутосомные¹ хромосомы, содержат гены, соответственно, определяют наши признаки. С одной стороны, эти две хромосомы можно отнести к гомологичным², так как они содержат одинаковые участки, в которых располагаются аллельные³ гены. С другой стороны, обе эти хромосомы несут гены, которых нет в парной хромосоме, например, в X-хромосоме лежат гены, которых нет в Y-хромосоме, а ряд генов Y-хромосомы отсутствуют в X-хромосоме из-за чего мужчины и женщины достаточно сильно отличаются друг от друга.

Одинаковыми цветами на рисунке обозначены участки с аллельными генами, они определяют гомологичность X и Y-хромосом, между этими участками в профазе I происходит кроссинговер, и они наследуются так же, как аутосомные (так называемое псевдоаутосомное наследование признаков). Розовым цветом на X-хромосоме обозначен участок, содержащий гены, которых нет на Y-хромосоме. Красным цветом на Y-хромосоме обозначен участок, содержащий гены, которых нет на X-хромосоме. Сцепленное с Y-хромосомой наследование называется голандрическим.



Запиши генотипы родителей и гаметы (если кроссинговер происходит и не происходит), если известно, что женщина является носительницей гена общей цветовой слепоты (псевдоаутосомный ген), а мужчина имеет нормальное зрение, но его отец имел проблемы со зрением, к тому же у него есть гипертрихоз.

Ответ:

P: ♀ $X^A X^a$ × ♂ $X^{AY^{aG}}$

G: $(X^A)(X^a)$ $(X^A)(Y^{aG})$ — некроссоверные
 $(X^a)(Y^{AG})$ — кроссоверные



Кроссинговер
происходит между
гомологичными
участками хромосом.



За низкорослость ответственен псевдоаутосомный ген, а вот ген гемофилии локализован в X-хромосоме. Женщина, мать которой была нормального роста, а отец — гемофиликом, вступила в брак с мужчиной без гемофилии и с нормальным ростом, при этом в роду у него никогда не было низкорослых людей. У них родился здоровый сын, который женился на низкорослой женщине, но с нормальной свертываемостью крови, при этом у них родились низкорослые сын и дочь. Составь схемы решения задачи. Определи генотипы и фенотипы родителей, генотипы, фенотипы, потомства в обоих случаях. Объясни рождение низкорослых детей во втором браке.



Дано:

- X^aY^a , X^aX^a — низкорослость;
- X^h — гемофилия.

Найти:

- генотипы и фенотипы P;
- генотипы и фенотипы F_1 ;
- генотипы и фенотипы F_2

Решение:

Так как у женщины мать была нормального роста, то она передала дочери — X^{aH} , отец был гемофиликом и от него дочери досталась — X^{aH} .

1 скрещивание:

P: ♀ $X^{aH}X^{aH}$ х ♂ $X^{aH}Y^A$
 норм. рост норм. рост
 нет гемофилии нет гемофилии

G: $(X^{aH})(X^{aH})$ $(X^{aH})(Y^A)$

F_1 : $X^{aH}X^{aH}$ — девочка, норм. свёртываемость крови, норм. рост;

$X^{aH}Y^A$ — мальчик, норм. свёртываемость крови, норм. рост;

$X^{aH}X^{aH}$ — девочка, норм. свёртываемость крови, носительница гена низкорослости;

$X^{aH}Y^A$ — мальчик, норм. свёртываемость крови, носитель гена низкорослости.



2 скрещивание:

Так как у сына родились низкорослые дети, то он был носителем м.

P: ♀ $X^{aH}X^{aH}$ x ♂ $X^{aH}Y^A$
низкорослость норм. рост
нет гемофилии нет гемофилии

G: (X^{aH}) (X^{aH}) (Y^A) — некроссоверные
 (X^{AH}) (Y^a) — кроссоверные

F₁: $X^{aH}X^{aH}$ — девочка, низкорослая, с нормальной свёртываемостью крови;

$X^{aH}Y^A$ — мальчик, здоров, носитель гена низкорослости;

$X^{aH}X^{aH}$ — девочка, носительница гена низкорослости, но без гемофилии;

$X^{aH}Y^a$ — мальчик, низкорослый, с нормальной свёртываемостью крови.

Во втором браке низкорослые дети появились, так как между псевдоаутосомными участками X- и Y-хромосом произошёл кроссинговер.



На X- и Y-хромосомах человека существуют псевдоаутосомные участки, которые содержат аллели одного гена, и между ними может происходить кроссинговер. Один из таких генов вызывает геморрагический диатез (склонность к кровотечениям). Ген дальтонизма также сцеплен с полом. У женщины, которая страдает геморрагическим диатезом и дальтонизмом, и здорового мужчины, отец которого страдал геморрагическим диатезом, родились дети. Их здоровая дочь вышла замуж за мужчину с геморрагическим диатезом и дальтонизмом. Составь схему решения задачи. Определи генотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства. Возможно ли рождение в первом браке ребёнка, который бы имел оба названных заболевания? Ответ поясни.

Дано:

- X^aY^a , X^aX^a — геморрагический диатез;
- X^d — дальтонизм

Найти:

- генотипы и фенотипы P;
- генотипы и фенотипы F_1 ;
- генотипы и фенотипы F_2

Решение:

Так как мужчина здоров, но его отец страдал геморрагическим диатезом, то он имеет — Y^a .

P: ♀ $X^{ad}X^{ad}$ ♂ $X^{AD}Y^a$
 гемор. диатез норм. кровь
 дальтонизм норм. зрение

G: (X^{ad}) (X^{AD}) (Y^a)
 (X^{aD}) (Y^A) — кроссоверные

F_1 : $X^{ad}X^{AD}$ — девочка, является носителем гена геморрагическим диатеза и дальтонизма;

$X^{ad}Y^a$ — мальчик, болен обоими заболеваниями;

$X^{ad}X^{aD}$ — девочка, имеет геморрагический диатез, является носителем гена дальтонизма;

$X^{aD}Y^A$ — мальчик, носитель гена геморрагического диатеза, дальтоник.

Решение:

2 скрещивание:

$$\begin{array}{l} P: \text{♀ } X^{ad}X^{AD} \quad \times \quad \text{♂ } X^{ad}Y^a \\ \text{гемор. диатез} \quad \text{норм. кровь} \\ \text{дальтонизм} \quad \text{норм. зрение} \\ G: (X^{ad} \quad X^{AD}) \quad (X^{ad} \quad Y^a) \end{array}$$

F_1 : $X^{ad}X^{ad}$ — девочка, имеет оба заболевания;

$X^{ad}Y^a$ — мальчик, болен обоими заболеваниями;

$X^{ad}X^{AD}$ — девочка, носительница гена геморрагического диатеза и гена дальтонизма;

$X^{AD}Y^a$ — мальчик, носитель гена геморрагического диатеза, нормальное зрение.

Вероятность рождения в первом случае полностью больного ребёнка — 25 % ($X^{ad}Y^a$).
Его генотип имеет хромосомы от матери и отца с рецессивными генами.



Рецессивная мутация в гене, находящемся в псевдоаутосомных участках, приводит к нарушениям в формировании скелета. Рецессивный аллель гена, отвечающего за сильное оволосение средней фаланги пальцев, сцеплен с полом. В брак вступают мужчина с нормально развитым скелетом и оволосевшие фаланги, при этом его отец, дед и прадед страдали от этой же мутации, а женщины в роду были здоровы, и женщина с нарушениями скелета. Их сын женился на здоровой женщине, мать которой страдала от нарушений развития скелета. Составь схемы решения задачи. Определи генотипы и фенотипы родителей, генотипы, фенотипы, пол потомства в двух браках. Какова вероятность рождения сына с двумя аномалиями во втором браке? Ответ поясни.

Дано:

- X^aY^a , X^aX^a — нарушение в формировании скелета;
- Y^f — оволосение средней фаланги пальцев

Найти:

- генотипы и фенотипы P ;
- генотипы и фенотипы F_1 ;
- генотипы и фенотипы F_2

Решение:

Так как сильным оволосение средней фаланги пальцев страдают только мужчины, то этот признак сцеплен с Y -хромосомой.

1 скрещивание:

$P: \underset{\text{больна}}{\text{♀ } X^aX^a} \times \underset{\text{имеет оволосевшие фаланги}}{\text{♂ } X^AY^f}$

$G: \begin{matrix} (X^a) & (X^A) & (Y^f) \end{matrix} \text{ — некроссоверные}$

$F_1: X^AX^a$ — девочка, здорова, носительница гена, приводящего к нарушению скелета;

X^aY^f — мальчик, носитель гена, приводящего к нарушению скелета, а также имеет оволосевшие фаланги

Решение:

2 скрещивание:

Так как мать женщины страдала от нарушений развития скелета, то её генотип — $X^A X^a$

P: ♀ $X^A X^a$ × ♂ $X^a Y^{Af}$

G: $(X^A) (X^a)$ $(X^a) (Y^{Af})$ — некрассоверные
 $(X^A) (Y^{af})$ — кроссоверные

F₁: $X^A X^a$ — девочка, низкорослая, с нормальной
свёртываемостью крови;

$X^a X^a$ — девочка, имеет нарушения скелета;

$X^A Y^{Af}$ — мальчик, нормальный скелет, оволосевшие фаланги;

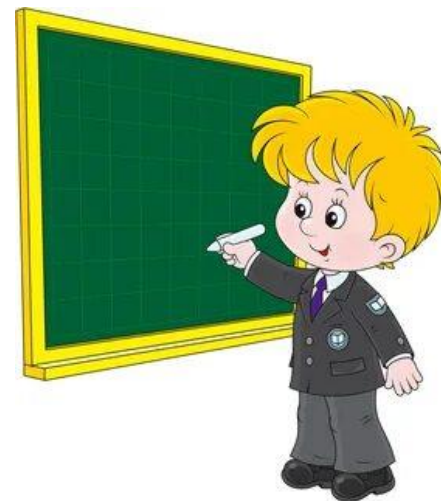
$X^a Y^{Af}$ — мальчик, низкорослый скелет, оволосевшие фаланги;

$X^A X^A$ — девочка, здорова;

$X^a X^A$ — девочка, здорова, носительница гена нарушения скелета;

$X^A Y^{af}$ — мальчик, низкорослый скелет, оволосевшие фаланги;

$X^a Y^{af}$ — мальчик, болен (12,5 %)

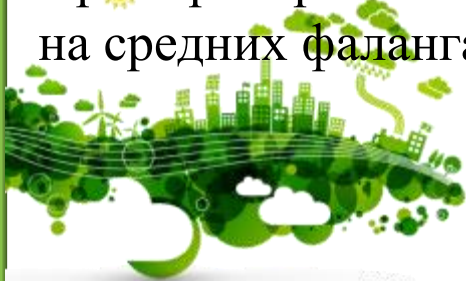


Голандрический тип наследования

Тип наследования признака, сцепленного с Y-хромосомой, называется голандрическим типом наследования. При этом наследовании гены, ответственные за развитие патологического признака, локализованы в Y-хромосоме.

В настоящее время в Y-хромосоме выявлена локализация генов детерминирующих развитие семенников, отвечающих за сперматогенез, контролирующих интенсивность роста, определяющих оволосение ушной раковины, средних фаланг кистей и др. Всего в Y-хромосоме картировано более 35 генов. Голандрические признаки, которые вызывают нарушение развития организма, передаются от отца ко всем его сыновьям, и только к сыновьям. Патологические мутации, обуславливающие нарушения формирования семенников или сперматогенеза, не наследуются в связи со стерильностью их носителей.

Примеры признаков: гипертрихоз ушных раковин, избыточный рост волос на средних фалангах пальцев кистей, азооспермия.



Задача 1.

Определить тип наследования признака по графическому изображению родословной (рис. 1). Установить возможные генотипы всех членов родословной, в том числе и генотип *пробанда*.

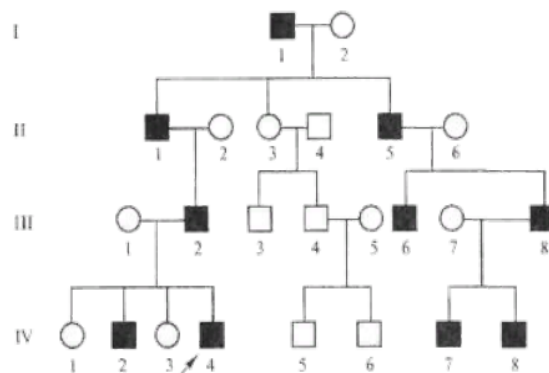


Рис. 1. Графическое изображение родословной по голандрическому типу наследования признака. Оволосение средней фаланги пальцев.

Решение:

У женщин данный признак отсутствует, так как по родословной видно, что признак по женской линии не передаётся. Изучаемый признак во всех поколениях встречается только у особей мужского пола в каждом поколении и передаётся от отца к сыну, при этом все мальчики рождаются с этим признаком, то можно думать, что изучаемый ген находится в **Y**-хромосоме (*голандрическое наследование*).

Возможные генотипы всех членов родословной:

Y^a – наличие данной аномалии;

Y^B – нормальное развитие организма (отсутствие данной аномалии);

XY^a – генотип пробанда;

Все мужчины, страдающие данной аномалией, имеют генотип: XY^a ;

Все мужчины, у которых отсутствует данная аномалия, имеют генотип: XY^B ;

У женщин данная аномалия отсутствует.

Ответ:

Сцепленное с Y-хромосомой, или *голандрическое наследование*.

Генотип пробанда: XY^a .

Примеры задач на голандрический тип наследования признака

Задача 3.

Перепончатость пальцев ног у человека – признак, сцепленный с Y-хромосомой. Какова вероятность рождения детей с подобной аномалией в семье, где у отца имеется перепончатость пальцев ног?

Решение:

a – ген перепончатости пальцев ног;

XX – нет перепончатости пальцев ног;

XY^a – перепончатость пальцев ног.

Схема скрещивания будет иметь вид:

P	XX	x	XY^a
G	X		X; Y^a
F1	XX		XY^a

Ответ: девочки все 100% здоровы, так как им от отца перешла только **X** - хромосома. мальчики все 100% имеют перепончатопалость, так как им от отца перешла **Y** - хромосома, если считать от общего количества детей, то 50% больны (и все они мальчики).



Задача 4.

Может ли быть мужчина гетерозиготным по признакам, сцепленным с полом? Объясните почему, напишите формулу генотипа.

Решение:

Нет, мужчина не может быть гетерозиготным по признаку, сцепленным с полом. **Наследование, сцепленное с полом** — наследование какого-либо гена, находящегося в половых хромосомах.

В отличие от аутосом, половые хромосомы не являются гомологичными, и их нередко называют гетеросомами (от греч. "гетерос" - иной, другой). В **X** - хромосоме известно большое число генов, контролирующих развитие соматических признаков, которые отсутствуют в **Y**-хромосоме, и наоборот. Поэтому женский организм по признаку одинаковости их половых хромосом является гомогаметным, а по генному составу может быть гомо - или гетерозиготным.

Мужской (44 + XY) организм является гетерогаметным, т.к. формирует две разновидности гамет по признаку содержания половых хромосом и гемизиготным (греч. "геми" - половина), т.к. в **Y**-хромосоме отсутствуют многие из генов соматических признаков, имеющиеся в **X**-хромосоме. Поэтому рецессивные аллели сцепленных с **X**-хромосомой признаков у мужчин, как правило, проявляются. При наличии гена в **Y**-хромосоме, не имеющего аллельного аналога в **X**-хромосоме, признак будет проявляться только у особей мужского пола.

Рецессивный признак, сцепленный с полом, например, **гемофилия**, проявляются только у мужчин, а носителями являются гетерозиготные по этим признакам женщины (H – нормальная свёртываемость крови, h – несвёртываемость):

P: $X^H X^h$ $\times$ $X^H Y$
носительница здоровый
гемофилии .

G: X^H, X^h X^H, Y

F₁: $X^H X^h$ $X^H Y$ $X^H X^H$ $X^h Y$
носит. здоров. здоров. гемофилик.

Как видим, все дочери здоровы, но половина дочерей являются носительницами гена **гемофилии**, половина сыновей здоровы, а половина – **гемофилики**. Фенотипически **гемофилия** у дочерей будет наблюдаться в том случае, если отец **гемофилик**, а мать – носительница мутации гена нормальной свёртываемости крови.

Гипертрихоз (вырастание волос на краю ушной раковины) передается через **Y** – хромосому и проявляется только к 17 годам.

Возможные генотипы мужчины:

XY^g , XY^G
болен здоров

Сайт Решу ЕГЭ

1

Скрестили гомозиготного петуха, имеющего гребень (А) и оперенные ноги (В) с гетерозиготной курицей имеющей гребень и голые ноги (гены не сцеплены). Самца и самку первого поколения, имевших разные генотипы, скрестили между собой. Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы гибридов первого и второго поколений.

Пояснение.

А — гребень
а — нет гребня
В — оперенные ноги
b — голые ноги
Петух: ААВВ
Курица: Ааbb

- 1) Генотипы родителей: ААВВ (гаметы АВ) и Ааbb (гаметы Ab, ab).
- 2) Генотипы первого гибридного поколения — АА Вb и АaBb (все с гребнем и оперенными ногами).
- 3) Фенотипы и генотипы второго поколения:
6/8 (3/4) с гребнем и оперенными ногами:
1ААВВ : 2ААВb : 1АaВВ : 2АaBb
2/8 (1/4) с гребнем и голыми ногами:
1ААbb : 1Аabb

2

При скрещивании растения кукурузы с гладкими окрашенными семенами с растением, имеющим морщинистые неокрашенные семена (гены сцеплены), потомство оказалось с гладкими окрашенными семенами. При дальнейшем анализирующем скрещивании гибрида из F₁ получены растения с семенами: 7115 с гладкими окрашенными, 7327 с морщинистыми неокрашенными, 218 с морщинистыми окрашенными, 289 с гладкими неокрашенными. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, потомства F₁, F₂. Какой закон наследственности проявляется в F₂? Объясните, на чём основан Ваш ответ.

Пояснение.

Доминантные признаки — гладкие и окрашенные семена, т. к. в первом поколении получили все семена — гладкие и окрашенные.

Т. к. при образовании второго поколения анализирующее скрещивание, значит, полученные гибрид (АВ//ав) скрещивают с ав//ав

P₁: ААВВ x аавв
G: АВ ав
F₁: АВ//ав
P₂: АВ//ав x ав//ав
G: АВ ав

ав
Ав
аВ

F₂: АaBb — гладкие окрашенные (7115)
аавв — морщинистые неокрашенные (7327)
Аавв — гладкие неокрашенные (289)
аaBb — морщинистые окрашенные (218)

В F₂ проявляется закон сцепленного наследования. В потомстве получается больше особей с генотипами родителей и небольшая часть со смешанными признаками, что говорит о том, что идет кроссинговер.

3

Гладкая форма семян кукурузы доминирует над морщинистой, фиолетовый цвет семян — над жёлтым. При скрещивании растения с гладкими фиолетовыми семенами и растения с морщинистыми жёлтыми семенами получили 4749 потомков с гладкими фиолетовыми семенами, 4698 — с морщинистыми жёлтыми семенами, 301 — с гладкими жёлтыми семенами и 316 — с морщинистыми фиолетовыми. Составьте схему скрещивания. Какой тип наследования наблюдался в данном случае?

Пояснение.

1. Дано:

A - гладкая форма семян

a - морщинистая форма семян

B - фиолетовый цвет

b - жёлтый цвет

P ♀ A_B_ гладкие фиолетовые

♂ aabb морщинистые желтые

A_B_ 4749 гладкие фиолетовые

aabb 4698 морщинистые желтые

A_bb — 301 гладкие желтые

aaB_ — 316 морщинистые фиолетовые

так как в потомстве были получены aabb, то родительское растение A_B_ гладкие фиолетовые имеет генотип: AaBb; при этом признаки сцеплены AB/ ab/, но в потомстве получено 4 разных фенотипа, значит, сцепление неполное.

P. ♀ AaBb x ♂ aabb

G. ♀ AB/ ♂ ab

♀ ab/

♀ Ab

♀ aB

2.

F. AaBb — гладкие фиолетовые

aabb — морщинистые желтые

Aabb — гладкие желтые

aaBb — морщинистые фиолетовые

3. Сцепленное наследование генов. 4 типа фенотипов связано с нарушением сцепления генов в результате кроссинговера, поэтому больше особей получается с родительскими признаками.