



Урок 37. Наследование, сцепленное с полом

Часть 1. Материалы ученика

Практическая биология · 9 класс

Урок 37 из 45 · 45 минут · Модуль «Генетика человека»

Уровень: начинающий исследователь.

Программа: <https://schoolotzyv.ru/blog/prakticheskaya-biologiya-9-klass-programma>

Где ошибка знаменателя?

Результат урока: Построить X-сцепленные схемы и различить вероятность среди всех потомков и внутри одной группы.

01. Проблемная ситуация

0–5 минут. В решётке один из четырёх исходов — сын с признаком. Ученик написал «четверть сыновей». Проверьте, сколько из четырёх исходов вообще являются сыновьями. Где ошибка знаменателя?

02. Понятия и разобранный пример

5–14 минут: 4 минуты на понятия, 3 на пример, 2 на объяснение способа партнёру.

Как устроена модель

Рассматриваем условный рецессивный аллель r в участке X-хромосомы, не имеющем соответствующего аллеля в Y. Записи X^R и X^r обозначают варианты одного локуса. В модели XX признак проявляется у X^rX^r , в модели XY — у X^rY . Y нельзя записывать как «доминантный аллель».

Примем вероятность X- и Y-несущих гамет второго родителя равной $1/2$, случайное оплодотворение и полную пенетрантность. Первый родитель X^RX^r даёт X^R и X^r по $1/2$. Второй X^rY передаёт X всем дочерям модели, Y всем сыновьям. Это описание школьной хромосомной модели, не полное описание всех вариантов развития человека.

Нужно различать вероятность среди всех потомков и среди сыновей или дочерей. Условная вероятность меняет знаменатель. Наследование X-сцепленного локуса не следует смешивать с признаком, который просто чаще наблюдается у одного пола по другим причинам. Все случаи вымышлены, без названий заболеваний и личных прогнозов.

Работайте по подписям и масштабу; рисунки условные и не заменяют запись реального наблюдения.

Пример $X^RX^r \times X^rY$: X^RX^R , X^RX^r , X^rY , X^rY по $1/4$. Признак у $1/4$ всех потомков и у $1/2$ сыновей. Дочерей с признаком нет, половина дочерей гетерозиготна. Наличие аллеля и проявление признака — разные вопросы.

$X^RX^r \times X^rY$: четыре равновероятных исхода

X^RX^R дочь	X^RX^r дочь	X^rY сын	X^rY сын, признак
------------------	------------------	---------------	------------------------

Признак: $1/4$ всех потомков, но $1/2$ сыновей

Рецессивный локус X без соответствующего аллеля в Y; учебная модель

Четыре исхода $X^RX^r \times X^rY$: вероятности среди всех потомков и отдельно среди сыновей.



03. Практика 1. Проверяем материал

Анализ данных в паре

14–25 минут. В паре: 2 минуты прочитайте данные, 6 минут выполните расчёты или сопоставление, 3 минуты проверьте объяснения друг друга. Данные вымышлены, кроме явно указанных сведений об ископаемых видах.

Объект или случай	Данные	Условие
A	$X^R X^R \times X^r Y$	Рецессивный X-сцепленный локус
B	$X^R X^r \times X^r Y$	Полная пенетрантность
C	$X^r X^r \times X^R Y$	Равные вероятности гамет

Для каждой пары заполните решётку. Найдите вероятность признака среди всех потомков, среди сыновей и среди дочерей. Подпишите знаменатель у каждого ответа. Результат: три схемы и девять вероятностей. Критерии: верная передача X/Y, генотипы, условные вероятности.

04. Практика 2. Перенос способа

Новая задача

25–33 минуты. Для пары из примера ожидаются 200 потомков в большой учебной серии. Сколько ожидается сыновей с признаком и гетерозиготных дочерей? Затем измените только генотип второго родителя на $X^r Y$ и пересчитайте число дочерей с признаком.

05. Обсуждение и границы вывода

33–40 минут. Ученик утверждает: «Отец передал свой X-сцепленный аллель сыну». Проследите стрелки на схеме. Почему фраза «передаётся только мальчикам» тоже неверна?

06. Индивидуальная проверка

40–45 минут. В $X^r X^r \times X^R Y$ найдите $P(X^r Y)$ среди всех) и $P(\text{признак среди сыновей})$. Объясните различие.



Часть 2. Ответы и материалы учителя

Практика 1: разбор и критерии

А: дочери $X^R X^r$, сыновья $X^R Y$; признак 0 во всех трёх группах. В: дочери $X^R X^r / X^r X^r$, сыновья $X^R Y / X^r Y$; признак 1/2 среди всех, сыновей и дочерей. С: дочери $X^R X^r$, сыновья $X^r Y$; признак 1/2 среди всех, 1 среди сыновей, 0 среди дочерей. По баллу за каждую строку и явные знаменатели — 4.

Практика 2: разбор и критерии

В исходной модели ожидаются 50 сыновей $X^r Y$ и 50 дочерей $X^R X^r$. В новой паре четверть всех потомков — дочери $X^r X^r$, ожидаются 50. Это ожидания, не гарантированные числа. По баллу за три числа с генотипами — 3.

Обсуждение: возможный вывод

В данной модели сын получает Y от отца и X от матери; отцовский X получает дочь. Дочери тоже наследуют X -сцепленные аллели, иногда без проявления признака. Нужно уточнять механизм и генотипы, а не заменять их бытовым правилом о поле.

Индивидуальная проверка: ответ и критерии

1/2 среди всех и 1 среди сыновей. Во втором вопросе рассматриваются только сыновья, все они $X^r Y$. Два числа — 2 балла, знаменатель — 1.

Учителю: подготовка и план на 45 минут

На пару: ученические страницы PDF, карандаши двух цветов, линейка, калькулятор. Схемы, таблицы, определения и условия включены в урок. Работа только на бумаге. Не собирать образцы, личные генетические и медицинские сведения или родословные учеников. Не проводить опыты с мутагенами. Не делать выводов о здоровье, родстве или способностях людей. Интернет, регистрация и аккаунты детям не нужны.

Уровень — начинающий исследователь, 9 класс. Предпосылки: ген, аллель, генотип и фенотип; доли и проценты; чтение таблиц и схем. В паре один описывает, второй проверяет, затем меняются. Все изображения и числовые серии учебные; работу по ним не выдавать за проведённый опыт. Подготовка и печать выполняются до урока; разборы открываются после самостоятельной попытки. При затруднении учитель разбирает первую строку вместе с классом, остальные учащиеся выполняют самостоятельно.

Минуты	Работа	Результат
0–5	Проблема	Вопрос и первое решение
5–14	Понятия и пример	Способ проверки
14–25	Практика 1	Готовый продукт и проверка
25–33	Практика 2	Перенос способа
33–40	Обсуждение	Аргумент и ограничение
40–45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
16.1. Генетика человека	Наследование, сцепленное с полом	Построить X-сцепленные схемы и различить вероятность среди всех потомков и внутри одной группы.
Решение задач и работа с моделями	Обосновать решение по данным	Ответ содержит данные и ход рассуждения
Границы научного вывода	Указать недостающие сведения	Модель не выдаётся за диагноз или точную родословную видов

Источники и права на изображения

Исходная программа курса

<https://schoolotzyv.ru/blog/prakticheskaya-biologiya-9-klass-programma>

Научная справка: 12-2-characteristics-and-traits

<https://openstax.org/books/biology-2e/pages/12-2-characteristics-and-traits>

Тексты, задания, учебные данные и схемы разработаны для портала «Школы России». Числовые серии — учебные модели, не результаты проведённых классом опытов. Схемы авторские, не копии микрофотографий; сторонние изображения не используются. Фактические сведения сверены по указанным источникам 19.10.2026. Материалы полностью даны, переход по внешним ссылкам ученику не требуется.