

Кинельское управление
министерства образования и науки Самарской области
ГБОУ СОШ № 2 с углубленным изучением отдельных предметов
п.г.т. Усть-Кинельский

**ПРОГРАММА
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА**

«МОЛЕКУЛЫ. ЖИЗНЬ. ОРГАНИЗМ»

для учащихся 11 класса

Углубление отдельных тем обязательных предметов
федерального компонента и обязательных предметов по выбору

Автор: Сотникова Любовь Евгеньевна,
учитель биологии
высшей квалификационной категории

г.о. Кинель, 2012

Пояснительная записка

Разделы «Основы генетики и селекции» и «Учение о клетке» являются одними из наиболее сложных для понимания в школьном курсе общей биологии. Формирование умений решать задачи по генетике и молекулярной биологии предусмотрено стандартом биологического образования, такие задачи содержат контрольные измерительные материалы для Единого государственного экзамена, причем в структуре экзаменационной работы они считаются заданиями повышенного уровня сложности (задания С5 и С6 из 3 части).

Данный элективный курс адресован 11-классникам, которые приняли решение сдавать ЕГЭ по биологии в соответствии со своим планами, касающимися продолжения образования. Помимо подготовки к решению задач повышенной сложности содержание курса позволяет решить другую задачу профильного обучения: позволить школьнику оценить свои возможности и готовность работать с такого рода учебными материалами в процессе получения профессионального образования.

Цель курса: формирование умений решать задачи по молекулярной биологии и генетике повышенного уровня сложности на основе знаний о молекулярных и клеточных механизмах наследования генов и формирования признаков

Планируемые образовательные результаты

В результате изучения курса учащиеся должны уметь:

- определять процентное содержание, количество всех типов нуклеотидов во фрагменте ДНК и длину гена;
- определять первичную структуру белка, в том числе синтезируемого после выпадения нуклеотида из цепи ДНК;
- определять структуру гена, в котором закодирован белок;
- производить расчёты, связанные с энергетическими затратами при обмене веществ в клетке;
- определять вероятность появления потомства с заданными признаками при моногибридном и дигибридном скрещивании;
- выявлять особенности наследования летальных и сублетальных генов при моногибридном и дигибридном скрещивании;
- определять генотип и фенотип потомков и родителей при полигибридном скрещивании;
- определять количество кроссоверных и некроссоверных особей в потомстве;
- определять вероятность возникновения различных генотипов и фенотипов потомков по расстоянию между сцепленными генами;
- определять генотип и фенотип потомков и родителей, вероятность появления потомства с заданными признаками при наследовании сцепленных с полом, ограниченных полом и зависимых от пола признаков;

- определять генотип и фенотип потомков и родителей, вероятность появления потомства с заданными признаками при одновременном наследовании признаков, расположенных в соматических и половых хромосомах;
- определять генотип и фенотип потомков при взаимодействии аллельных генов - промежуточном наследовании и кодоминировании;
- определять тип взаимодействия неаллельных генов (эпистаз: доминантный и рецессивный, комплементарность, полимерия) по расщеплению признаков в потомстве;
- определять генотип и фенотип исходных организмов при различных типах взаимодействия неаллельных генов.
- анализировать и составлять родословные;
- определение частоты генов и генотипов в панмиктической популяции;
- определять генетическую структуру панмиктической популяции.

Описание способов оценки планируемых результатов

Умение анализировать и составлять родословные оценивается на основе оценки проекта «Моя генеалогическая родословная» (см. критерии оценки в Приложении 1). Остальные планируемые образовательные результаты оцениваются на основе результатов итогового тестирования. Тестовые задания охватывают все типы задач, включенных в программу курса (см. Приложение 2).

Отметка по результатам тестирования и защиты проекта является бинарной («зачтено / не зачтено»).

Учебно-методическое обеспечение курса

1. Гончаров О.В. Генетика. Задачи. – Саратов: Лицей, 2008.-352с.- (Биология).
2. Мишакова В.Н. Задачи по молекулярной биологии и генетике: методические рекомендации.- Оренбург: ГБУ «РЦРО» - 2011. – 100 с. (ФГОС второго поколения).
3. Методические разработки практикумов по решению задач.
4. Программа курса «Молекулы. Жизнь. Организм».

Учебно-дидактическое обеспечение курса

1. Комплект таблиц по молекулярной биологии и генетике
2. Динамические пособия «Законы Менделя», «Моногибридное скрещивание и его цитологические основы», «Дигибридное скрещивание и его цитологические основы», «Биосинтез белка».
3. Модели-аппликации «Генетика групп крови».
4. Комплекты тестов, текстов задач.
5. Компьютерные презентации.

Элективный курс рассчитан на 34 часа учебных занятий. Занятия проводятся 1 раз в неделю в течение года.

Тематическое планирование

Название темы	Содержание темы	Практическая деятельность учащихся
I. Основы цитологии (2 часа).	Роль молекулярной биологии в познании механизмов наследования генов и формирования признаков.	Работа с динамическими пособиями «Биосинтез белка».
1.1. Биополимеры-молекулы ДНК. (2 часа).	Состав, структура и свойства ДНК. Принцип комплементарности. Правило Чаргаффа.	Определение процентного содержания нуклеотидов во фрагменте ДНК и длины гена. Определение количества всех типов нуклеотидов ДНК.
1.2. Функционирование макромолекул в клетке (3 часа).	Генетический код. Синтез белка – способ реализации наследственной информации. Роль ДНК, и-РНК и т-РНК в синтезе белков. Роль АТФ в синтезе белка. Энергетический обмен в клетке.	Определение первичной структуры белка, в том числе синтезируемого после выпадения нуклеотида из цепи ДНК. Определение структуры гена, в котором закодирован белок. Расчёты, связанные с энергетическими затратами при обмене веществ в клетке.
II. Основы генетики (2 часа)	Клеточные механизмы наследования генов и формирования признаков.	Работа с динамическими пособиями «Законы Менделя», «Моногибридное скрещивание и его цитологические основы», «Дигибридное скрещивание и его цитологические основы»
2.1. Моногибридное, дигибридное и полигибридное скрещивание (5 часов).	Закономерности наследования генов при моно- и дигибридном скрещивании, установленные	Определение вероятности появления потомства с заданными признаками при моногибридном и ди-

	<p>Г. Менделем и их цитологические основы.</p> <p>Летальные и сублетальные гены.</p> <p>Математические закономерности наследования, используемые при решении задач на полигибридное скрещивание.</p>	<p>гибридном скрещивании.</p> <p>Выявление особенности наследования летальных и сублетальных генов при моногибридном и дигибридном скрещивании.</p> <p>Определение генотипа и фенотипа потомков и родителей при полигибридном скрещивании.</p>
<p>2.2. Сцепленное наследование генов (6 часов).</p>	<p>Закономерности и цитологические основы сцепленного наследования. Закон Моргана. Полное и неполное сцепление. Хромосомная теория наследственности.</p> <p>Цитологические основы наследования, сцепленного с полом.</p> <p>Гомогаметность и гетерогаметность у различных видов живых организмов. Роль половых хромосом в развитии организмов.</p>	<p>Определение количества кроссоверных и некрсоверных особей в потомстве.</p> <p>Определение вероятности возникновения различных генотипов и фенотипов потомков по расстоянию между сцепленными генами.</p> <p>Определение генотипа и фенотипа потомков и родителей, вероятность появления потомства с заданными признаками при наследовании сцепленных с полом, ограниченных полом и зависимых от пола признаков.</p> <p>Определение генотипа и фенотипа потомков и родителей, вероятность появления потомства с заданными признаками при одновременном наследовании признаков, расположенных в соматических и половых хромосомах.</p>

<p>2.3. Взаимодействие генов (5 часов).</p>	<p>Взаимодействие аллельных генов. Неполное доминирование.</p> <p>Кодоминирование.</p> <p>Взаимодействие неаллельных генов. Эпистаз: доминантный и рецессивный. Комплементарность. Полимерия.</p>	<p>Определение генотипа и фенотипа потомков при промежуточном наследовании.</p> <p>Определение групп крови потомков и родителей по заданным условиям.</p> <p>Определение типа взаимодействия неаллельных генов.</p> <p>Определение генотипа и фенотипа потомков при различных типах взаимодействия неаллельных генов.</p>
<p>2.4. Генетика человека (3 часа).</p>	<p>Методы изучения генетики человека. Генеалогический метод изучения наследственности.</p>	<p>Анализ и составление родословных.</p>
<p>2.5. Генетика популяций (3 часа).</p>	<p>Популяция. Генофонд популяции. Генетическая структура. Частота генотипа. Панмиктическая популяция. Закон Харди-Вайнберга.</p>	<p>Определение частот генов и генотипов в панмиктической популяции.</p> <p>Определение генетической структуры панмиктической популяции.</p>
<p>III. Итоговое занятие (3 часа)</p>		<p>Защита проектов «Моя генеалогическая родословная».</p> <p>Решение задач всех типов.</p>

Учебно-тематический план

Тема	Количество часов:				Формы контроля
	всего	ауди- торных	вне аудитор- ных	в т.ч. на практиче- скую- дея- тель- ность	
Введение	1	1			Входная диагно- стика
I. Основы цитологии. Общий обзор темы.	1	1			Устный опрос
1.1. Биополимеры- мо- лекулы ДНК.	2	2		2	Практическая работа. Само- контроль. Взаимоконтроль.
1.2. Функционирование макромолекул в клетке	3	3		3	Практическая работа. Взаимоконтроль. Самоконтроль.
II. Основы генетики. Общий обзор темы.	2	2			Устный опрос. Терминологиче- ский диктант.
2.1. Моногибридное, ди- гибридное и полигиб- ридное скрещивание	5	5		5	Практическая работа. Самоконтроль. Взаимоконтроль. Составление текстов задач.
2.2. Сцепленное насле-	6	6		6	Практическая

дование генов					работа. Самоконтроль. Взаимоконтроль.
2.3. Взаимодействие генов (5 часов).	5	5		5	Практическая работа. Взаимоконтроль. Самоконтроль.
2.4. Генетика человека	3	3		3	Практическая работа. Взаимоконтроль. Самоконтроль.
2.5. Генетика популяций (3 часа).	3	3		3	Практическая работа. Взаимоконтроль. Самоконтроль.
III. Итоговое занятие	3	3			Защита проектов «Моя генеалогическая родословная». Зачет.

Список литературы для учителя

1. Гончаров О.В. Генетика. Задачи.- Саратов: Лицей, 2008. – 352 с.
2. Мишакова В.Н., Дорогина Л.В., Агафонова И.Б. Решение задач по генетике: учеб.пособие. – М.: Дрофа, 2010. – 160 с.
3. Мишакова В.Н. Задачи по молекулярной биологии и генетике: методические рекомендации.- Оренбург: ГБУ «РЦРО» - 2011. – 100 с. (ФГОС второго поколения).
4. Молекулярная биология [Электронный ресурс]. - <http://humbio.ru/humbio/molbio.htm> [07.06.2013].

Список литературы для учащихся

1. Заяц Р.Г. Биология для абитуриентов: вопросы, ответы, тесты, задачи. – Мн.: ЧУП «Издательство Юнипресс»,2008. – 816 с.
2. Калинова, Г.С. Отличник ЕГЭ. Биология / Г.С. Калинова, Р.А. Петросова, Е.А.Никишова. – М.: Интеллект-Центр, 2010. – 256 с.
3. Киреева Н.М. Биология для поступающих в ВУЗы. Способы решения задач по генетике. – Волгоград: Учитель, 2009. – 50 с.
4. Кириленко А.А. Биология. Сборник задач по генетике. Базовый и повышенный уровни ЕГЭ. – Ростов н/Д. : Легион, 2009. –176 с.
5. Петросова Р.А. Основы генетики. Темы школьного курса. – М.: Дрофа, 2008. – 96 с.

Основные критерии оценивания проектов «Моя генеалогическая родословная» - соблюдение правил составления родословных. Представленные проекты оцениваются в баллах. Работа ученика оценивается в форме «зачтено», если сумма набранных им баллов составит не менее 75% от общего количества баллов.

Правила составления родословных

1. Родословную изображают так, чтобы каждое поколение находилось на своей горизонтали. Поколения нумеруются римскими цифрами, а члены родословной – арабскими.
2. Составление родословной начинают с пробанда. Располагают символ пробанда (в зависимости от пола – квадратик или кружок, обозначенный стрелочкой) так, чтобы от него можно было рисовать родословную как вниз, так и вверх.
3. Сначала рядом с пробандом размещают символы его родных братьев и сестер в порядке рождения (слева направо), соединив их графическим коромыслом.
4. Выше линии пробанда указывают родителей, соединив их друг с другом линией брака.
5. На линии родителей изображают символы ближайших родственников и их супругов, соединив их степени родства.
6. На линии пробанда указывают его двоюродных и т. д. братьев и сестер, соединив их соответствующим образом с линией родителей.
7. Выше линии родителей указывают линию бабушек и дедушек.
8. Если у пробанда есть дети или племянники, располагают их на линии ниже линии пробанда.
9. После изображения родословной (или одновременно с ним) соответствующим образом показывают обладателей или гетерозиготных носителей признака (чаще всего гетерозиготные носители признака определяются уже после составления и анализа родословной).
10. Указывают (если это возможно) генотипы всех членов родословной.
11. Если в семье несколько наследственных заболеваний, не связанных между собой, составляют родословную для каждой болезни по отдельности.

Тестовые задания

I. Примерные задания для входной диагностики

1. Сколько аминокислот кодирует 900 нуклеотидов
А) 100 Б) 200 В) 300 Г) 400
2. Какой антикодон транспортной РНК соответствует триплету ТГА в молекуле ДНК
А) АЦУ Б) ЦУГ В) УГА Г) АГА
3. Антикодону ААУ на транспортной РНК соответствует триплет на ДНК
А) ТТА Б) ААТ В) ААА Г) ТТТ
4. Сколько нуклеотидов в гене кодируют последовательность 60 аминокислот в молекуле белка?
А) 60 Б) 120 В) 180 Г) 240
5. Белок состоит из 100 аминокислот. Определите число нуклеотидов в молекуле ДНК, кодирующей данный белок
А) 200 Б) 300 В) 400 Г) 600
6. Какое число нуклеотидов в гене кодирует первичную структуру белка, состоящего из 300 аминокислот?
А) 150 Б) 300 В) 600 Г) 900
7. Какой триплет в тРНК комплементарен кодону ГЦУ на иРНК
А) ЦГТ Б) АГЦ В) ГЦТ Г) ЦГА
8. Ген черной масти у крупнорогатого скота доминирует над геном красной масти. Какое потомство F_1 получится от скрещивания чистопородного черного быка с красными коровами? Какое потомство F_2 получится от скрещивания между собой гибридов?
9. У морских свинок ген черной окраски шерсти W доминирует над аллелем w , обуславливающим белую окраску. Короткошерстность определяется доминантным геном L , а длинношерстность его рецессивным аллелем l . Гены окраски и длины шерсти наследуются независимо. Гомозиготное черное короткошерстное животное было скрещено с гомозиготным белым длинношерстным. Какое потомство получится от скрещивания свинок из F_1 ?
10. У дрозофилы серая окраска тела и наличие щетинок – доминантные признаки, которые наследуются независимо. Какое потомство следует ожидать от скрещивания желтой самки без щетинок с гетерозиготным по обоим признакам самцом?

II. Задачи по молекулярной биологии

1. Определение процентного содержания нуклеотидов во фрагменте ДНК и длины гена.

Задача № 1. Молекулярная масса белка $X = 50000$. Определите длину фрагмента молекулы соответствующего гена.

Решение.

1) Белок X состоит из $50000 : 100 = 500$ аминокислот.

2). Одна из цепей гена, несущая программу белка X , должна состоять из $500 \times 3 = 1500$ нуклеотидов.

3) Длина этой цепи ДНК равна $1500 \times 0,34 = 510$ (нм), такова же длина гена (двухцепочного участка ДНК). Ответ: Длина фрагмента равна 510 нм.

Задача № 2. Фрагмент молекулы содержит аминокислоты: аспарагиновая кислота–аланин–метионин–валин. Определите:

а) какова структура участка молекулы ДНК, кодирующего эту последовательность аминокислот;

б) количество (в %) различных видов нуклеотидов в этом участке гена (в двух цепях);

в) длину этого участка гена.

Решение.

а) По таблице генетического кода находим триплеты иРНК, кодирующие каждую из указанных аминокислот.

Белок: Асп–Ала–Мет–Вал

иРНК: ГАЦ–ГЦА–АУГ–ГУУ

Если аминокислоте соответствует несколько кодонов, то можно выбрать любой из них.

1-я цепь ДНК: ЦТГ–ЦГТ–ТАЦ–ЦАА.

б) Чтобы определить количество (%) нуклеотидов в этом гене, необходимо, используя принцип комплементарности (А–Т, Г–Ц), достроить вторую цепь ДНК:

2-я цепь ДНК: ГАЦ–ГЦА–АТГ–ГТТ

Находим количество нуклеотидов (нТД): в двух цепях – 24 нТД, из них А = 6.
Составляем пропорцию:

$$24 \text{ нТД} - 100\%$$

$$6 \text{ нТД} - x\%$$

$$x = (6 \times 100) : 24 = 25\%$$

По правилу Чаргаффа количество аденина в молекуле ДНК равно количеству тимина, а количество гуанина равно количеству цитозина. Поэтому:

$$T = A = 25\%$$

$$T + A = 50\%, \text{ следовательно}$$

$$Ц + Г = 100\% - 50\% = 50\%.$$

$$Ц = Г = 25\%.$$

в) Молекула ДНК двухцепочечная, ее длина равна длине одной цепи. Длина каждого нуклеотида составляет 0,34 нм, следовательно:

$$12 \text{ нТД} \times 0,34 = 4,08 \text{ нм.}$$

Задача № 3. Фрагмент правой цепи ДНК имеет следующий нуклеотидный состав: ГГЦАТААЦГЦТ. Определите порядок чередования нуклеотидов в, левой цепи. Какова длина данного фрагмента молекулы ДНК? Определите процент содержания каждого нуклеотида в данном фрагменте.

Решение.

1) По принципу комплементарности строим левую цепь ДНК:

правая цепь Г-Г-Г-Ц-А-Т-А-А-Ц-Г-Ц-Т- ...

левая цепь Ц-Ц-Ц-Г-Т-А-Т-Т-Г-Ц-Г-А- ...

2) Так как молекула ДНК двухцепочечная, следовательно, ее длина равна длине одной цепи.

Один нуклеотид занимает в молекуле ДНК 0,34 нм. Отсюда длина данного фрагмента: $0,34 \text{ нм} \times 12 = 4,08 \text{ нм}$

3) Всего в данном фрагменте молекулы ДНК будет 24 нуклеотида.

Из них А = 5, или 20,8%

По правилу Чаргаффа $A + G = A + C$, $A = T$, $G = C$

Тогда $T = 5 = 20,8\%$

$G + C = 24 - 10 = 14$;

$G = C = 7$, или $29,2\%$

Ответ: $A = 20,8\%$; $T = 20,8\%$; $G = 29,2\%$; $C = 29,2\%$.

Задача № 4. Химический анализ показал, что 16% общего числа нуклеотидов данной и-РНК приходится на аденин, 29% — на гуанин, 42% — на цитозин.

Определите процентный состав азотистых оснований ДНК, «слепком» с которой является данная и-РНК.

Решение.

1) Определяем процентное содержание урициловых нуклеотидов в и-РНК:

$100\% - (16\% + 29\% + 42\%) = 13\%$.

2) Определяем процентный состав той из цепочек ДНК, «слепком» с которой является данная и-РНК:

$A = 13\% : 2 = 6,5\%$; $T = 16\% : 2 = 8\%$;
 $G = 42\% : 2 = 21\%$; $C = 29\% : 2 = 14,5\%$.

3) Вторая цепочка ДНК будет комплементарна первой:

$A = 8\%$; $T = 6,5\%$; $G = 14,5\%$; $C = 21\%$.

4) В целом в молекуле ДНК процент нуклеотидов будет равен:

$A = 6,5\% + 8\% = 14,5\%$; $T = 8\% + 6,5\% = 14,5\%$;

$G = 21\% + 14,5\% = 35,5\%$; $C = 14,5\% + 21\% = 35,5\%$.

Ответ: $A = 14,5\%$; $T = 14,5\%$; $G = 35,5\%$; $C = 35,5\%$.

2. Определение количества всех типов нуклеотидов ДНК

Задача № 1. Дана молекула ДНК с относительной молекулярной массой 69000, из них 8625 приходится на долю адениловых нуклеотидов. Сколько содержится каждого нуклеотида? Какова длина этой молекулы ДНК?

Решение:

1) Масса одного нуклеотида 345 у. е., тогда в данной молекуле ДНК содержится $69000 : 345 = 200$ нуклеотидов.

2) В эту молекулу ДНК входят $8625 : 345 = 25$ адениловых нуклеотидов (А). 3) На долю Г + Ц приходится: $200 - (25А + 25Т) = 150$ нуклеотидов. Г = Ц = 75 ($150 : 2$). 4) 200 нуклеотидов содержится в двух цепях ДНК, одной цепи — $200 : 2 = 100$. Длина ДНК = $100 \times 0,34 \text{ нм} = 34 \text{ нм}$.

Ответ: А = Т = 25; Г = Ц = 75; длина ДНК 34 нм.

Задача №2. В молекуле ДНК обнаружено 880 гуаниловых нуклеотидов, которые составляют 22% от общего количества нуклеотидов этой ДНК. Сколько каждого нуклеотида содержится в этой молекуле ДНК? Какова длина этой молекулы ДНК?

Решение.

1) Исходя из принципа комплементарности
 $(А + Т) + (Г + Ц) = 100\%$

Тогда количество цитидиловых нуклеотидов равно: Г = Ц = 880, или 22%.

2) На долю (Т + А) приходится $100\% - (22 + 22) = 56\%$,

что составляет $x = (56 \times 880) : 22 = 2240$ нуклеотидов. Отсюда следует А = Т = $2240 : 2 = 1120$ нуклеотидов. Всего в этой молекуле ДНК содержится $(880 \times 2) + (1120 \times 2) = 4000$ нуклеотидов. Для определения длины ДНК узнаем, сколько нуклеотидов содержится в одной цепи: $4000 : 2 = 2000$. Длина ДНК составляет $0,34 \text{ нм} \times 2000 = 680 \text{ нм}$. **Ответ:** В молекуле ДНК Г = С = 880 и А = Т = 1120 нуклеотидов; длина этой молекулы 680 нм.

3. Определение последовательности расположения аминокислот в молекуле белка.

Задача № 1. Фрагмент одной из цепей ДНК имеет следующее строение: ГГЦТЦТАГЦТТЦ. Постройте на ней и-РНК и определите последовательность аминокислот во фрагменте молекулы белка (для этого используйте таблицу генетического кода).

Ответ: и-РНК: ЦЦГ-АГА-УЦГ-ААГ. Аминокислотная последовательность: про-арг-сер-лиз.

Задача № 2. Фрагмент молекулы ДНК состоит из нуклеотидов, расположенных в следующей последовательности: ТАААТГГЦААЦЦ. Определите со-

став и последовательность аминокислот в полипептидной цепи, закодированной в этом участке гена.

Решение:

Выписываем нуклеотиды ДНК и, разбивая их на триплеты, получаем кодоны цепи молекулы ДНК: ТАА–АТГ–ГЦА–АЦЦ.

Составляем триплеты и-РНК, комплементарные кодонам ДНК, и записываем их строчкой ниже:

ДНК: ТАА–АТГ–ГЦА–АЦЦ

иРНК: АУУ–УАЦ–ЦГУ–УТТ.

По таблице генетического определяем, какая аминокислота закодирована каждым триплетом иРНК: Иле–Тир–Арг–Трп.

4. Определение первичной структуры белка, синтезируемого после выпадения нуклеотида в цепи ДНК.

Задача № 1. Дана цепь ДНК: ЦТАТАГТТААЦЦАА. Определите: а) первичную структуру белка, закодированного в этой цепи; б) количество (в %) различных видов нуклеотидов в этом гене (в двух цепях); в) длину этого гена;

г) первичную структуру белка, синтезируемого после выпадения девятого нуклеотида в этой цепи ДНК.

Решение.

а) I цепь ДНК Ц-Т-А-Т-А-Г-Т-А-А-Ц-Ц-А-А

II цепь ДНК Г-А-Т-А-Т-Ц-А-Т-Т-Г-Г-Т-Т

и-РНК Ц-У-А-У-А-Г-У-А-А-Ц-Ц-А-А

аминокислоты в белке: лей про

б) А = Т = 9; А = Т = 34,6% Г = Ц = 4; Г = Ц = 15,4%

в) 13 x 0,34 нм = 4,42 нм

г) I цепь ДНК Ц-Т-А-Т-А-Г-Т-А-Ц-Ц-А-А

II цепь ДНК Г-А-Т-А-Т-Ц-А-Т-Г-Г-Т-Т

и-РНК Ц-У-А-У-А-Г-У-А-Ц-Ц-А-А

аминокислоты в белке: лей ... тир глун

Задача № 2. Дана цепь ДНК: Г-Т-Т-Ц-Т-А-А-А-А-Г... Определите: а) первичную структуру белка, закодированного в этой цепи; б) количество (в%) различных видов нуклеотидов в этом гене (в двух цепях); в) длину этого гена; г) первичную структуру белка, синтезируемого после выпадения четвертого нуклеотида в этой цепи ДНК?

5. Определение структуры гена, в котором закодирован белок

Задача № 1. Известна последовательность расположения нуклеотидов в молекуле и-РНК (ЦГГАУЦЦАУУГЦ), необходимо определить структуру гена и количество аминокислот в белке.

Решение: и-РНК: Ц-Г-Г-А-У-Ц-Ц-А-У-У-Г-Ц

ДНК: Г-Ц-Ц-А-Т-Г- Г-Т-А-А-Ц-Г

А теперь, зная, что каждая аминокислота кодируется триплетом, разбиваем ДНК на тройки и получаем четыре триплета, Следовательно белок, который кодируется данным геном состоит из четырех аминокислот.

Задача №2. В биосинтезе полипептида участвовали т-РНК с антикодонами УУА, ГГЦ, ЦГЦ, ААГ, ЦГУ. Определите нуклеотидную последовательность участка каждой цепи молекулы ДНК, который несет информацию о синтезируемом полипептиде, и число нуклеотидов, содержащих А, Г, Т, Ц в двухцепочечной молекуле ДНК.

Задача № 3. Фрагмент молекулы белка миоглобина содержит аминокислоты, расположенные в следующем порядке: валин – аланин – глутаминовая кислота – тирозин – серин – глутамин. Какова структура участка молекулы ДНК, кодирующего эту последовательность аминокислот.

6. Расчёты, связанные с энергетическими затратами при обмене веществ в клетке.

Задача № 1. В диссимиляцию вступило 10 молекул глюкозы. Определите количество АТФ после гликолиза, после энергетического этапа и суммарный эффект диссимиляции.

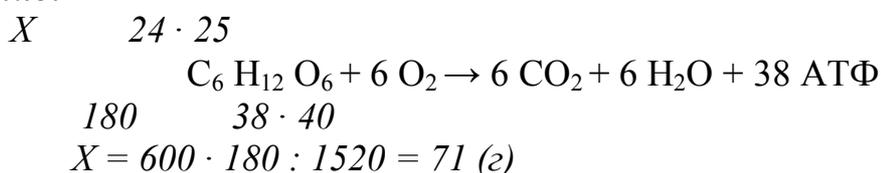
Решение: запишем уравнение гликолиза: $C_6H_{12}O_6 = 2ПВК + 4Н + 2АТФ$. Поскольку из одной молекулы глюкозы образуется 2 молекулы ПВК и 2АТФ, следовательно, синтезируется 20 АТФ. После энергетического этапа диссимиляции образуется 36 молекул АТФ (при распаде 1 молекулы глюкозы), следовательно, синтезируется 360 АТФ. Суммарный эффект диссимиляции равен $360+20=380$ АТФ.

Задача № 2. В цикл Кребса вступило 6 молекул ПВК. Определите количество АТФ после энергетического этапа, суммарный эффект диссимиляции и количество молекул глюкозы, вступившей в диссимиляцию.

Ответ: В цикл Кребса вступило 6 молекул ПВК, следовательно, распалось 3 молекулы глюкозы. Количество АТФ после гликолиза — 6 молекул, после энергетического этапа — 108 молекул, суммарный эффект диссимиляции 114 молекул АТФ.

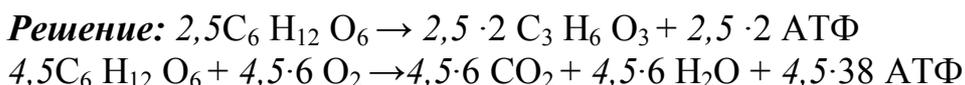
Задача № 3. Мышцы ног при беге со средней скоростью расходуют за 1 минуту 24 кДж энергии. Определите: а) сколько всего граммов глюкозы израсходуют мышцы ног за 25 минут бега, если кислород доставляется кровью к мышцам в достаточном количестве? б) накопится ли в мышцах молочная кислота?

Решение:



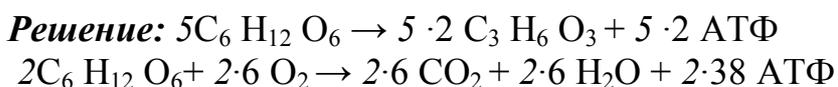
Ответ: а) 71 г б) нет, т.к. O₂ достаточно

Задача № 4. В результате энергетического обмена в клетке образовалось 5 моль молочной кислоты и 27 моль углекислого газа. Определите: а) сколько всего моль глюкозы израсходовано? б) сколько из них подверглось полному расщеплению, а сколько гликолизу? в) сколько энергии запасено? г) сколько моль кислорода пошло на окисление?



Ответ: а) 17 моль C₆H₁₂O₆ б) 4,5 моль – полному расщеплению, 2,5 – гликолизу в) (2,5 · 2 + 4,5 · 38) · 40 = 7040 (кДж) г) 27 моль кислорода

Задача № 5. В процессе энергетического обмена произошло расщепление 7 моль глюкозы, из которых полному подверглось только 2. Определите: а) сколько моль молочной кислоты и CO₂ при этом образовалось? б) сколько АТФ при этом синтезировано? в) сколько энергии запасено в этих молекулах АТФ?



Ответ: а) 10 моль C₃H₆O₃ и 12 моль CO₂ б) 10 + 76 = 86 (моль АТФ) в) 86 · 40 = 3440 (кДж энергии) г) 12 моль O₂

II. Задачи по генетике

1. Определение вероятности появления потомства с заданными признаками при моногибридном и дигибридном скрещивании

Задача №1. Один ребёнок в семье родился здоровым, а второй имел тяжёлую наследственную болезнь и умер сразу после рождения. Какова вероятность того, что следующий ребёнок в этой семье будет здоровым? Рассматривается одна пара аутосомных генов.

Решение. Анализируем генотипы родителей: оба родителя здоровы, они не могут иметь данную наследственную болезнь, т.к. она приводит к гибели организма сразу после рождения.

Если предположить, что данное заболевание проявляется по доминантному типу и здоровый признак является рецессивным, тогда оба родителя рецессивны. Тогда у них не может родиться больной ребёнок, что противоречит условию задачи.

Если данная болезнь является рецессивной, а ген здорового признака наследуется по доминантному типу, тогда оба родителя должны быть гетерозиготными и у них могут быть как здоровые дети, так и больные. Составляем схему скрещивания.

Ответ: Соотношение в потомстве 3:1, вероятность рождения здорового ребёнка в этой семье составляет 75%.

Задача № 2. Одна из форм шизофрении наследуется как рецессивный признак. Определить вероятность рождения ребенка с шизофренией от здоровых родителей, если известно, что бабушка со стороны отца и дед со стороны матери страдали этими заболеваниями.

Решение.

1. Мужчина и женщина здоровы, следовательно, они несут доминантный ген А.

2. У каждого из них один из родителей нес рецессивный признак шизофрении (аа), следовательно, в их генотипе присутствует также рецессивный ген а, и их генотип – Аа.

3. Вероятность появления больного ребенка равна 1/4 (число событий, при котором появляется генотип аа, равно 1, число всех возможных событий равно 4).

Ответ: Вероятность рождения ребенка, больного шизофренией, равна 25% (1/4).

Задача № 3. Рecessивные гены (а) и (с) определяют проявление таких заболеваний у человека, как глухота и альбинизм. Их доминантные аллели кон-

тролируют наследование нормального слуха (**A**) и синтез пигмента меланина (**C**). Гены не сцеплены. Родители имеют нормальный слух; мать брюнетка, отец альбинос. Родились три однояйцовых близнеца, больные по двум признакам. Какова вероятность того, что следующий ребёнок в этой семье будет иметь оба заболевания?

Решение. По правилу “чистоты гамет” определили, что родители дигетерозиготные.

Ответ: Вероятность рождения ребёнка, имеющего оба заболевания составляет $1/8 = 12,5\%$

Задача № 3. Если женщина с веснушками (доминантный признак) и волнистыми волосами (доминантный признак), у отца которой были прямые волосы, и не было веснушек, выйдет замуж за мужчину с веснушками и прямыми волосами (оба его родителя с такими же признаками), то какими могут быть у них дети?

Ответ: все дети в этой семье будут с веснушками, а вероятность рождения их с прямыми и волнистыми волосами – по 50%.

Задача № 4. Глухота и болезнь Вильсона (нарушение обмена меди) – рецессивные признаки. От брака глухого мужчины и женщины с болезнью Вильсона родился ребенок с обеими аномалиями. Какова вероятность рождения в этой семье здорового ребенка?

Решение. **A** – нормальный слух, **a** – глухота, **B** – нормальный обмен меди, **b** – болезнь Вильсона.

1. Ребенок болеет глухонемой и болезнью Вильсона (рецессивные признаки), значит, его генотип – **aabb**.

2. Мужчина глухой, следовательно, он гомозиготен по рецессивному признаку глухоты (**aa**). Он не страдает болезнью Вильсона, значит, имеет доминантный ген **B**. Мужчина должен иметь также рецессивный ген **b**, так как у него есть ребенок с этим заболеванием. Следовательно, генотип мужчины – **aaBb**.

3. Женщина страдает болезнью Вильсона, значит, она гомозиготна по рецессивному гену **b**. Она имеет нормальный слух (ген **A**), но у нее есть ребенок с глухонемой (гомозиготный по рецессивному гену **a**). Поэтому генотип женщины – **Aabb**.

4. Вероятность рождения здорового ребенка равна отношению числа ожидаемых событий (рождение здорового ребенка – 1) к числу всех возможных событий (4), в данном случае она равна $1/4$ (25%).

Ответ: Вероятность рождения здорового ребенка – $1/4$ (25%).

2. Наследование летальных и сублетальных генов при моногибридном и дигибридном скрещивании.

Задача № 1. Одна из пород кур отличается укороченными ногами – доминантный признак (такие куры не разрывают огороды). Этот ген влияет также на длину клюва. При этом у гомозиготных по доминанте цыплят клюв так мал, что они не могут вылупиться из яйца и погибают. В инкубаторе хозяйства, разводящего только коротконогих кур (длинноногие куры не допускаются до размножения и отправляются на продажу), получено 3000 цыплят. Сколько среди них было коротконогих?

Решение.

1. Все имеющиеся в инкубаторе куры были гетерозиготны (так как гомозиготные коротконогие куры погибают до рождения).
2. При скрещивании между собой гетерозиготных особей образуется следующее потомство: 25% особей с генотипом **AA** – погибают до рождения, 50% особей с генотипом **Aa** – коротконогие, 25% особей с генотипом **aa** – длинноногие. То есть коротконогих особей было 2/3 от всего выжившего потомства – примерно 2000 штук.

Задача № 2. При скрещивании между собой черных мышей всегда получается черное потомство. При скрещивании между собой желтых мышей одна треть оказывается черной, а две трети – желтой. Как можно объяснить эти результаты?

Решение.

1. Черные мыши являются гомозиготными, так как все их потомство единообразно.
2. Желтые мыши являются гетерозиготными, так как в их потомстве наблюдается расщепление. Поскольку гетерозиготные особи несут доминантный признак, то желтая окраска доминирует.
3. Желтые мыши при скрещивании между собой никогда не дают только желтых потомков. Кроме того, расщепление в их потомстве отличается от менделевского. Это позволяет предположить, что особи, гомозиготные по доминанте, не выживают.

Схема скрещивания

P	♀ Aa желтая	×	♂ Aa желтый
гаметы	○ A ○ a		○ A ○ a
F ₁	AA погибают	2Aa желтые 66%	aa черные 33%

Задача № 3. Анализ потомства от скрещивания двух дрозофил с закрученными крыльями и укороченными щетинками показал наличие разных фенотипов в следующем соотношении:

4 – с закручен. крыльями, укороченными щетинками;

2 – с закручен. крыльями, нормальными щетинками;

2 – с норм. крыльями, укороченными щетинками;

1 – с норм. крыльями, нормальными щетинками.

Как объяснить полученные результаты? Каков генотип исходных мух?

Решение.

1. Среди потомков наблюдается расщепление по обоим признакам. Это указывает на то, что скрещиваемые особи были дигетерозиготными.

2. Расщепление по каждой отдельно взятой паре признаков осуществляется в пропорции 2:1.

3. Отклонение от расщепления в пропорции 3:1 свидетельствует о том, что в обоих случаях особи, гомозиготные по рецессивному признаку, погибают.

Ответ: Полученные результаты можно объяснить исходя из предположения, что в данном случае наблюдается независимое наследование двух признаков, кодируемых генами, которые в рецессивном состоянии вызывают гибель организмов.

3. Наследование при полигибридном скрещивании

Задача №1. Написать типы гамет, образующихся у организма с генотипом **AaBbCc**. Гены **A**, **B** и **C** наследуются независимо.

Ответ: Тригетерозигота **AaBbCc** будет образовывать 8 типов гамет: **ABC**, **abc**, **aBC**, **Abc**, **AbC**, **aBc**, **ABc** и **abC**.

Задача №2. Короткопалость, близорукость и альбинизм кодируются рецессивными генами, расположенными в разных хромосомах. Короткопалый, близорукий мужчина с нормальной пигментацией женился на здоровой женщине-альбиноске. Их первый ребенок был короткопал, второй – близорук, третий – альбинос. Определить генотипы родителей и детей.

Решение.

1. Женщина – альбинос (рецессивный признак), значит, ее генотип по этой паре генов **cc**. Она имеет нормальную кисть и зрение, следовательно, у нее есть гены **A** и **B**. Двое ее детей гомозиготны по рецессивным генам **a** и **b** (имеют генотипы **aa** и **bb**). Следовательно, генотип женщины – **AaBbcc**.

2. Мужчина короткопал и близорук – **aabb**. У него нормальная пигментация, значит, он несет ген **C**. Один из его детей альбинос, следовательно, генотип мужчины – **aabbCc**.

3. Генотипы детей можно определить по генотипам родителей, каждый из которых несет одну из пар генов в рецессивном состоянии, поэтому все дети должны иметь минимум один рецессивный ген в каждой паре, их генотипы, соответственно: **aaBbCc**, **AabbCc** и **AaBbcc**.

Ответ: Генотип мужчины – **aabbCc**, женщины – **AaBbcc**, короткопалого ребенка – **aaBbCc**, близорукого – **AabbCc**, альбиноса – **AaBbcc**.

Задача № 3. Карий цвет глаз, темные волосы и владение правой рукой – доминантные признаки, которые наследуются независимо. Отец – кареглазый темноволосый левша, мать – голубоглазая светловолосая правша. В семье имеются: сын – голубоглазый светловолосый левша, и дочь – кареглазая темноволосая правша. Определить генотипы всех членов семьи.

Задача № 4. У кур оперенные ноги (**F**) доминируют над голыми (**f**), розовидный гребень (**R**) – над простым (**r**), белое оперение (**I**) – над окрашенным (**i**). Курица с оперенными ногами, розовидным гребнем и белым оперением скрещена с таким же петухом. Среди их потомства был цыпленок с голыми ногами, простым гребнем и окрашенными перьями. Определить генотипы родителей.

4. Задачи на наследование групп крови

Задача № 1.

Какие группы крови могут быть у детей, если у обоих родителей 4 группа крови?

Ответ: вероятность рождения детей с 4 группой крови – 50%, со 2 и 3 – по 25%.

Задача № 2.

Можно ли переливать кровь ребёнку от матери, если у неё группа крови АВ, а у отца – О?

Ответ: нельзя.

Задача № 3.

У мальчика 4 группа крови, а у его сестры – 1. Каковы группы крови их родителей?

Ответ: 2 и 3.

Задача № 4.

В родильном доме перепутали двух мальчиков (Х и У). У Х – первая группа крови, у У – вторая. Родители одного из них с 1 и 4 группами, а другого – с 1 и 3 группами крови. Кто чей сын?

Ответ: у Х родители с 1 и 3 группами, у У – с 1 и 4.

5. Задачи на наследование, сцепленное с полом

Задача № 1. Ген нормальной свёртываемости крови (**A**) у человека наследуется по доминантному типу и сцеплен с **X**-хромосомой. Рецессивная мутация этого гена (**a**) приводит к гемофилии – несвёртываемости крови. **Y**-хромосома аллельного гена не имеет.

Определить процентную вероятность рождения здоровых детей в молодой семье, если невеста имеет нормальную свёртываемость крови, хотя её родная сестра с признаками гемофилии. У жениха мать страдает этим заболеванием, а отец здоров.

Решение. 1) Определяем генотип невесты. По условию задачи сестра невесты имеет рецессивный генотип X^aX^a , значит обе сестры получают ген гемофилии от своего отца. Поэтому здоровая невеста гетерозиготная. 2) Определяем генотип жениха. Мать жениха с признаками гемофилии X^aX^a , следовательно, по хромосомной теории пола, рецессивный ген она передаёт сыну X^aY

Ответ: соотношение по фенотипу 1:1, 50% детей здоровы.

Задача № 2. Изучается одна пара аллельных генов в **X**-хромосоме, регулирующая цветовое зрение у человека. Нормальное цветовое зрение является доминантным признаком, а дальтонизм проявляется по рецессивному типу. Проанализировать генотип материнского организма. Известно, что у матери два сына, у одного из них больная жена и здоровый ребёнок. В семье второго – дочь с признаками дальтонизма и сын, цветовое зрение которого в норме.

Решение. 1) Определяем генотип первого сына. По условию задачи у него больная жена и здоровый ребёнок – это может быть только дочь X^AX^a . Рецессивный ген дочь получила от матери, а доминантный ген от отца, следовательно, генотип мужского организма доминантный (X^AY).

2) Определяем генотип второго сына. Его дочь больна X^aX^a , значит, один из рецессивных аллелей она получила от отца, поэтому генотип мужского организма рецессивный (X^aY).

3) Определяем генотип материнского организма по её сыновьям

Ответ: генотип матери гетерозиготный X^AX^a .

Задача № 3. Альбинизм у человека определяется рецессивным геном (**a**), расположенным в аутосоме, а одна из форм диабета определяется рецессивным геном (**b**), сцепленным с половой **X**-хромосомой. Доминантные гены отвечают за пигментацию (**A**) и нормальный обмен веществ (**B**). **Y**-хромосома генов не содержит. Супруги имеют тёмный цвет волос. Матери обоих страдали диабетом, а отцы – здоровы. Родился один ребёнок больной по двум признакам. Определить процентную вероятность рождения в данной семье здоровых и больных детей.

Решение. Применяя правило “чистоты гамет” определяем генотипы родителей по цвету волос – генотипы гетерозиготные **Aa**.

По хромосомной теории пола определили, что отец болен диабетом $X^B Y$, а мать здорова $X^B X^B$.

Составляем решётку Пеннета – по горизонтали выписывают гаметы отцовского организма, по вертикали гаметы материнского организма.

Ответ: шесть организмов из шестнадцати доминантны по двум признакам – вероятность рождения составляет $6/16 = 37,5\%$. Десять больных: $10/16 = 62,5\%$, из них двое больных по двум признакам: $2/16 = 12,5\%$. $62,5\%$, из них двое больных по двум признакам: $2/16 = 12,5\%$.

6. Наследование признаков, расположенных в соматических и половых хромосомах

Задача № 1. Ген доминантного признака шестипалости (**A**) локализован в аутосоме. Ген рецессивного признака дальтонизма (**d**) расположен в **X**-хромосоме. От брака шестипалого мужчины-дальтоника и здоровой женщины родился шестипалый сын-дальтоник и здоровая дочь. Каковы генотипы родителей и детей?

Решение.

1. Женщина имеет нормальную кисть, следовательно, ее генотип по признаку шестипалости – **aa**. У нее нормальное зрение (X^D), но ее сын – дальтоник (**X**-хромосому он получил от матери). Поэтому генотип женщины – **aaX^DX^d**.

2. У мужчины шестипалая кисть, значит, он несет ген **A**, но его дочь здорова (**aa**), поэтому генотип мужчины по признаку шестипалости – **Aa**. Мужчина страдает дальтонизмом, то есть несет рецессивный ген **d** в своей единственной **X**-хромосоме. Генотип мужчины – **AaX^dY**.

3. Подобным образом по генотипам родителей можно определить генотипы детей: дочь – **aaX^DX^d**, сын – **AaX^dY**.

Ответ: Генотип матери – **aaX^DX^d**, отца – **AaX^dY**, дочери – **aaX^DX^d**, сына – **AaX^dY**.

Задача №2. Женщина-правша с карими глазами и нормальным зрением выходит замуж за голубоглазого мужчину-правшу дальтоника. У них родилась дочь с голубыми глазами, левша и дальтоник. Какова вероятность того, что следующий ребенок у них будет иметь такие же признаки, если известно, что карий цвет глаз и преимущественное владение правой рукой – доминантные признаки, гены которых расположены в разных аутосомах, а дальтонизм кодируется рецессивным, сцепленным с **X**-хромосомой геном?

Решение.

1. Генотип дочери – **aabbX^dX^d**, поскольку она несет три рецессивных признака.

2. Генотип мужчины по признаку цвета глаз – **aa**, так как он несет рецессивный признак. Он дальтоник, следовательно, в его **X**-хромосоме имеется ген **d**. Мужчина – правша (доминантный ген **B**), но его дочь является левшой (**bb**), значит, он должен нести также рецессивный ген **b**. Генотип мужчины – **aaBbX^dY**.

3. Женщина является правшой с карими глазами и не страдает дальтонизмом, следовательно, она несет доминантные гены **A**, **B** и **D**. Ее дочь несет рецессивные признаки, значит в генотипе женщины присутствуют также гены **a**, **b**, и **d**. Генотип женщины – **AaBbX^DX^d**.

Ответ: Построив решетку Пеннета (8×6), можно убедиться, что вероятность рождения ребенка с тремя рецессивными признаками равна 1/24.

7. Задачи на неполное доминирование

Задача №1. При скрещивании между собой чистопородных белых кур потомство оказывается белым, а при скрещивании черных кур – черным. Потомство от белой и черной особи оказывается пестрым. Какое оперение будет у потомков белого петуха и пестрой курицы?

Ответ: половина цыплят будет белых, а половина пестрых

Задача №2. Растения красноплодной земляники при скрещивании между собой всегда дают потомство с красными ягодами, а растения белоплодной земляники – с белыми. В результате скрещивания этих сортов друг с другом получаются розовые ягоды. Какое возникнет потомство при скрещивании между собой гибридов с розовыми ягодами?

Ответ: половина потомков будет с розовыми ягодами и по 25% с белыми и красными.

8. Задачи на взаимодействие неаллельных генов

Задача №1. Изучаются две пары неаллельных несцепленных генов определяющих окраску меха у горностая. Доминантный ген одной пары (**A**) определяет чёрный цвет, а его рецессивный аллель (**a**) – голубую окраску. Доминантный ген другой пары (**B**) способствует проявлению пигментации организма, его рецессивный аллель (**b**) не синтезирует пигмент. При скрещивании чёрных особей между собой в потомстве оказались особи с голубой окраской меха, чёрные и альбиносы. Проанализировать генотипы родителей и теоретическое соотношение в потомстве.

Ответ: 9 чёрных, 3 альбиноса, 4 голубой окраски.

Задача №2. Наследование окраски оперения у кур определяется двумя парами неаллельных несцепленных генов, расположенных в аутосоме. Доминантный ген одной пары (**A**) определяет синтез пигмента меланина, что обеспечивает наличие окраски. Рецессивный ген (**a**) не приводит к синтезу пигмента и куры оказываются белыми (перьевой альбинизм). Доминантный ген другой пары (**B**) подавляет действие генов первой пары, в результате чего синтез пигмента не происходит, и куры также становятся альбиносами. Его рецессивный аллель (**b**) подавляющего действия не оказывает. Скрещиваются

два организма гетерозиготные по двум парам аллелей. Определить в потомстве соотношение кур с окрашенным оперением и альбиносов.

Ответ: 13 белых, 3 окрашенных.

Задача №3. У овса цвет зёрен определяется двумя парами неаллельных не сцепленных генов. Один доминантный ген (**A**) определяет чёрный цвет, другой доминантный ген (**B**) – серый цвет. Ген чёрного цвета подавляет ген серого цвета. Оба рецессивных аллеля определяют белый цвет зёрен. При опылении дигетерозиготных организмов в потомстве оказались растения с чёрными, серыми и белыми зёрнами. Определить генотипы родительских организмов и фенотипическое соотношение в потомстве.

Ответ: 12 чёрных, 3 серых, 1 белый.

Задача №4. У люцерны наследование окраски цветков – результат комплементарного взаимодействия двух пар неаллельных генов. При скрещивании растений чистых линий с пурпурными и желтыми цветками в первом поколении все растения были с зелёными цветками, во втором поколении произошло расщепление: 890 растений выросло с зелёными цветками, 306 – с жёлтыми, 311 – с пурпурными и 105 с белыми. Определите генотипы родителей.

Ответ: AAвв и aaВВ.

9. Задачи на наследование сцепленных генов. Явление кроссинговера.

Задача №1. Ген роста у человека и ген, определяющий количество пальцев на конечностях, находятся в одной группе сцепления на расстоянии 8 морганид. Нормальный рост и пять пальцев на кистях рук являются рецессивными признаками. Высокий рост и полидактилия (шестипалость) проявляются по аутосомно-доминантному типу. Жена имеет нормальный рост и по пять пальцев на руке. Муж гетерозиготен по двум парам аллелей, причём ген высокого роста он унаследовал от отца, а ген шестипалости от матери. Определить в потомстве процентное соотношение вероятных фенотипов.

Ответ: 46%, 46%, 4%, 4%.

Задача №2. Два гена, регулирующих реакции обмена веществ в организме человека, сцеплены с X-хромосомой и расположены друг от друга на расстоянии 32 морганид. Y-хромосома аллельных генов не содержит. Доминантные гены контролируют нормальный обмен веществ. Воздействия различных мутагенных факторов изменяют последовательность нуклеотидов в данных участках X-хромосомы, что приводит к отклонениям в синтезе веществ и наследственным заболеваниям по рецессивному типу. От здоровых родителей рождается больной ребёнок, имеющий два мутантных гена в генотипе. Какова процентная вероятность рождения следующего ребёнка с нарушением обмена веществ?

Решение. По условию задачи в данной семье больной ребёнок – это сын X^aY т.к. от здорового отца дочери больными быть не могут. Сын получил рецессивные гены от матери, следовательно, генотип матери гетерозиготный.

Ответ: вероятность рождения больных детей составляет 33%, из них 17% больных по двум заболеваниям обмена веществ, 8% по одному заболеванию и 8% по другому.

Задача №3. Один ребёнок в семье родился здоровым, а второй имел тяжёлую наследственную болезнь и умер сразу после рождения. Какова вероятность того, что следующий ребёнок в этой семье будет здоровым? Рассматривается одна пара аутосомных генов.

Решение. Анализируем генотипы родителей: оба родителя здоровы, они не могут иметь данную наследственную болезнь, т.к. она приводит к гибели организма сразу после рождения.

Если предположить, что данное заболевание проявляется по доминантному типу и здоровый признак является рецессивным, тогда оба родителя рецессивны. Тогда у них не может родиться больной ребёнок, что противоречит условию задачи.

Если данная болезнь является рецессивной, а ген здорового признака наследуется по доминантному типу, тогда оба родителя должны быть гетерозиготными и у них могут быть как здоровые дети, так и больные. *Ответ:* Соотношение в потомстве 3:1, вероятность рождения здорового

Задача №4. У томатов высокий рост доминирует над карликовым, шаровидная форма плодов – над грушевидной. Гены, ответственные за эти признаки, находятся в сцепленном состоянии на расстоянии 5,8 Морганид. Скрестили дигетерозиготное растение и карликовое с грушевидными плодами. Каким будет потомство?

Ответ: 47,1% - высокого роста с шаровидными плодами

47,1% - карликов с грушевидными плодами

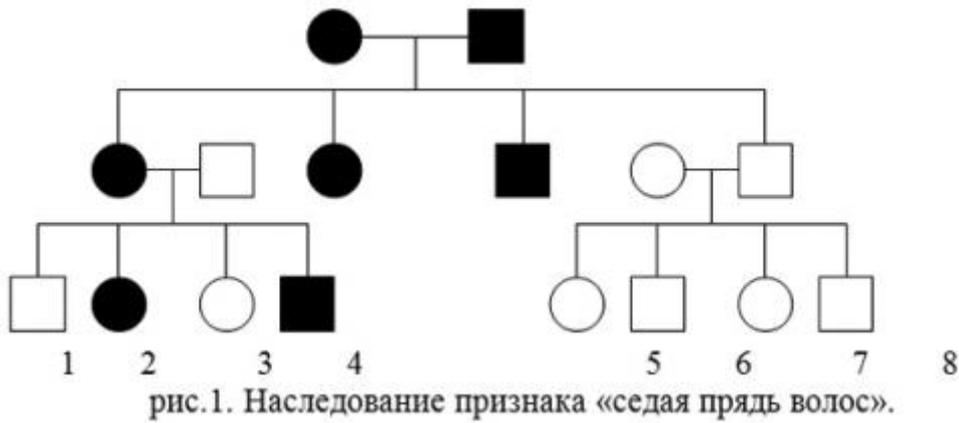
2,9% - высокого роста с грушевидными плодами,

2,9% - карликов с шаровидными плодами.

10. Анализ и составление родословных

Проанализируйте представленные родословные и решите задачи:

Задача 1.

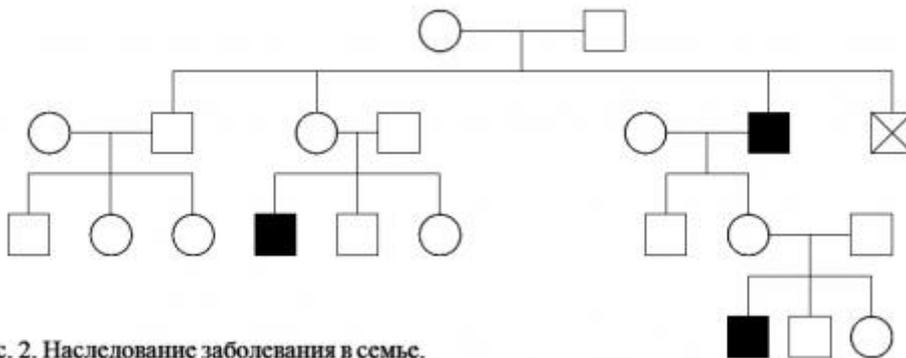


В семейной родословной встречается признак – «седая прядь волос», который наследуется как доминантный (рис.1).

Определите генотипы исходных родителей. Какие потомки ожидаются от брака двоюродных сестер и братьев а)1 и 5; б)2 и 6?

Задача 2.

По представленной родословной (рис.2) определите характер наследования тяжелого заболевания. Установите возможные генотипы: а) исходных родителей; б) потомков первого поколения 1, 2, 3; в) потомков второго поколения 4, 5; г) потомков третьего поколения 6, 7, 8.



Задача 3.

Пробанд страдает ночной слепотой. Его два брата также больны. По линии отца пробанда страдающих ночной слепотой не было. Мать пробанда больна. Две сестры и два брата матери пробанда здоровы. Они имеют только здоровых детей. По материнской линии дальше известно: бабушка больна, дед здоров; прадедушка (отец бабушки) страдал ночной слепотой, сестра и брат прадедушки были больны; прапрадедушка болен, его брат, имеющий больную дочь и двух больных сыновей, также болен. Жена пробанда, ее родители и родственники здоровы.

Составьте схему родословной. Определите вероятность рождения больных детей в семье пробанда.

Задача 4.

Молодожены нормально владеют правой рукой. В семье женщины было ещё две сестры, нормально владеющие правой рукой, и три брата - левши. Мать женщины – правша, отец – левша. У отца есть сестра и брат левши и сестра и брат правши. Дед по линии отца правша, бабушка – левша. У матери женщины есть два брата и сестра – все правши. Мать мужа – правша, отец – левша. Бабушки и деды со стороны матери и отца нормально владели правой рукой. Составьте схему родословной. Определите вероятность рождения в этой семье детей, владеющих левой рукой.

11. Задачи по генетике популяций

Задача №1.

У крупного рогатого скота породы шортгорн рыжая масть доминирует над белой. Гибриды от скрещивания рыжих и белых - чалой масти. В районе, специализирующемся на разведении шортгорнов, зарегистрировано 4169 рыжих животных, 3780 – чалых и 756 белых. Определите частоту генов рыжей и белой окраски скота в данном районе.

Ответ: частота гена красной окраски 0,7, а белой – 0,3.

Задача №2.

В выборке, состоящей из 84000 растений ржи, 210 растений оказались альбиносами, т.к. у них рецессивные гены находятся в гомозиготном состоянии. Определите частоты аллелей А и а, а также частоту гетерозиготных растений.

Дано	Решение
N =	$g^2 = 210 : 8400 = 0,0025$
84000	
R = 210	

$$\begin{aligned} p - ? & \quad g = 0,05 \\ g - ? & \quad p = 1 - g = 0,95 \\ 2pg - ? & \quad 2pg = 0,095 \end{aligned}$$

Ответ: частота аллеля а – 0,05, частота аллеля Аа – 0,95, частота генотипа Аа – 0,095

Задача №3.

Группа особей состоит из 30 гетерозигот. Вычислите частоты генов А и а.

Ответ: частота генов А и а - 0,5.

Задача №4.

В популяции известны частоты аллелей $p = 0,8$ и $g = 0,2$. Определите частоты генотипов.

Ответ: частота генотипа АА – 0,64, генотипа аа – 0,04, генотипа Аа – 0,32.

Задача №5.

Популяция имеет следующий состав 0,05 AA, 0,3 Aa и 0,65 aa. Найдите частоты аллелей A и a.

Ответ: частота аллеля A – 0,2, аллеля a – 0,8

12. Примерные задачи для итогового тестирования

Задача 1. В молекуле ДНК на долю цитидиловых нуклеотидов приходится 18%. Определите процентное содержание других нуклеотидов в этой ДНК.

Задача 2. Полипептид состоит из следующих аминокислот: аланин - лизин - триптофан - серин. Определите структуру участка ДНК, кодирующего указанный полипептид.

Задача 3. Участок молекулы ДНК, кодирующий часть полипептида, имеет следующее строение АЦЦАТАГТЦЦАА... Определите последовательность аминокислот в полипептиде.

Задача 4. Дана молекула ДНК с относительной молекулярной массой 69000, из них 8625 приходится на долю адениловых нуклеотидов. Найдите количество всех нуклеотидов в этой ДНК. Определите длину этого фрагмента.

Задача 5. Участок гена имеет следующую последовательность нуклеотидов ЦЦТАГГАГЦ... Каков состав нуклеотидов в антикодонах т - РНК, участвующих в трансляции фрагмента белка, закодированного указанным участком гена?

Задача 6. В популяции известны частоты аллелей $p = 0,8$ и $g = 0,2$. Определите частоты генотипов.

Задача 7. При скрещивании серых кур с белыми все потомство оказалось серым. При скрещивании F1 с белыми получено 185 особей, из которых было 91 белых и 94 серых. Каковы генотипы исходных форм и их потомков в обоих скрещиваниях? Как называется второй тип скрещивания?

Задача 8. В семье, где родители хорошо слышали и имели: один - гладкие волосы, а другой - вьющиеся, родился глухой ребенок с гладкими волосами. Второй их ребенок хорошо слышал и имел вьющиеся волосы. Каковы возможные генотипы всех членов семьи, если известно, что ген вьющихся волос доминирует над гладкими, а нормального слуха над глухотой. Гены не сцеплены.

Задача 9. В семье, где родители хорошо слышали и имели: один - гладкие волосы, а другой - вьющиеся, родился глухой ребенок с гладкими волосами. Второй их ребенок хорошо слышал и имел вьющиеся волосы. Каковы возможные генотипы всех членов семьи, если известно, что ген вьющихся волос доминирует над гладкими, а нормального слуха над глухотой. Гены не сцеплены.

Задача 10. Рecessивные гены у человека обуславливают развитие сахарного диабета и склонности к гипертонической болезни. Эти гены тесно сцеплены между собой. Вступает в брак здоровая женщина, мать которой страдала и тем и другим заболеванием, с мужчиной, тоже здоровым, но его отец страдал

сахарным диабетом, а мать – гипертонией. Составьте схему решения задачи. Определить генотипы родителей и потомства.

Задача 11. У человека ген, вызывающий гемофилию (несвертываемость крови), рецессивен и находится в X-хромосоме, а альбинизм (отсутствие пигмента) обусловлен аутосомным рецессивным геном. У родителей, нормальных по этим двум признакам, родился сын - альбинос и гемофилик. Составьте схему решения задачи. Оцените вероятность рождения в этой семье здоровых дочерей.

Задача 12. Плоды томатов могут иметь красный и желтый цвет, быть голыми и опушенными. Известно, что гены желтой окраски и опушенности являются рецессивными. Из собранного урожая помидоров оказалось 36 т красных неопушенных и 12 т красных опушенных. Сколько (примерно) в урожае может быть желтых пушистых помидоров, если исходный материал был гетерозиготным?

Задача 13. У отца первая группа крови, у матери - вторая. Могут ли дети унаследовать группу крови отца?

Задача 14. У душистого горошка красная окраска цветка определяется доминантным геном (А), но только в том случае, если в другой несцепленной с ним паре имеется другой доминантный ген (В). Какое потомство и в каком отношении будут иметь растения F₁, если для первого скрещивания взять растения с генотипами ааВВ и ААвв ?

Задача 15. У крупного рогатого скота ген комолости доминирует над геном рогатости, а чалая окраска шерсти формируется как промежуточный признак при скрещивании белых и рыжих животных. Определите вероятность рождения телят, похожими на родителей от скрещивания гетерозиготного комолого чалого быка с белой рогатой коровой.

Задача № 16. От скрещивания двух сортов земляники (один с усами и красными ягодами, другой безусый с белыми ягодами) в первом поколении все растения были с розовыми ягодами и усами. Можно ли вывести безусый сорт с розовыми ягодами, проведя возвратное скрещивание?