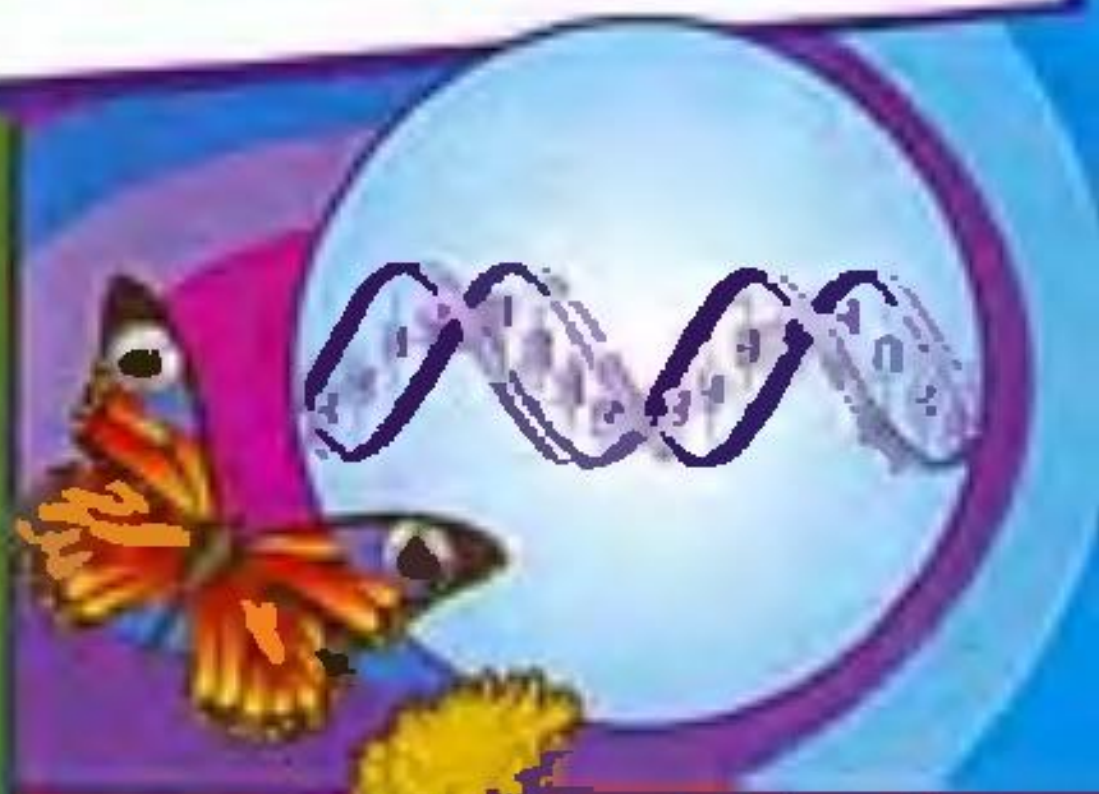


БИОЛОГИЯ

для поступающих в вузы

СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ГЕНЕТИКЕ



Издательство «Учитель»

БИОЛОГИЯ

ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В ВУЗЫ

(способы решения задач по генетике)

Составитель Н. М. Киреева

УДК 373.57
ББК 74.268.88
Б63

Составитель Н. М. Киреева

Биология. Для поступающих в вузы (способы решения задач по генетике) / сост. Н. М. Киреева. – Волгоград: Учитель, 2009. – 50 с.
ISBN 978-5-7057-1635-7

В настоящем пособии предлагаются задачи по генетике и оптимальные способы их решения. Задачи составлены автором с учетом обобщения опыта работы с выпускниками школ и абитуриентами биологических факультетов вузов.

Материал пособия поможет старшеклассникам и абитуриентам овладеть приемами решения генетических задач, а также при подготовке к вступительным испытаниям по биологии в вузы; можно использовать и начинающим учителям.

УДК 373.57
ББК 74.268.88

ISBN 978-5-7057-1635-7

© Киреева Н. М., составление, 1995

© Издательство «Учитель», 1995

© Оформление. Издательство «Учитель», 2003

Последнее издание, 2009

ОТ АВТОРА

В данном пособии обобщен опыт работы учителей с выпускниками школ и абитуриентами биологических вузов.

Пособие составлено в соответствии с требованиями программы вступительных экзаменов для поступающих в вузы.

Решение задач по генетике способствует более глубокому пониманию и усвоению закономерностей наследственности и изменчивости, существующих в мире растений, животных и у человека как биологического существа.

Цель данного пособия – помочь старшеклассникам и абитуриентам овладеть приемами решения генетических задач.

Материалы пособия изложены в трех разделах.

I РАЗДЕЛ

Главный раздел пособия включает типовые задачи на все генетические закономерности по всем разделам школьного курса генетики с решением и обоснованием. Перед каждым типом задач дается небольшой пояснительный текст, который включает сведения, необходимые для решения соответствующих задач.

II РАЗДЕЛ

Автор предлагает задачи для самоконтроля (с ответами). Такая форма должна способствовать развитию умственной деятельности и творческого подхода к поиску решения задач. Требуется от учащихся наиболее обстоятельный анализ материала.

III РАЗДЕЛ

В приложении собраны некоторые сведения, необходимые для решения и составления генетических задач.

Пособие рекомендуется для учащихся старших классов образовательных учреждений, абитуриентов биологических факультетов университетов и пединститутов, медицинских и сельскохозяйственных вузов страны, начинающих учителей.

I. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ И ИХ РЕШЕНИЕ

1. МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

Моногибридное скрещивание включает анализ наследования признаков, определяемых лишь одной парой аллельных генов. Мендель определил, что при скрещивании гомозиготных особей, отличающихся одной парой признаков, все потомство фенотипически единообразно.

При скрещивании моногибридов во втором поколении происходит расщепление признаков на исходные родительские в отношении 3:1. ¾ потомков оказывается с признаками, обусловленными доминантным геном, ¼ – с признаками рецессивного гена.

Происходит фенотипическое расщепление в отношении 3:1. Здесь важно обратить внимание на то, что у моногибридов образуется два типа гамет: гаметы с геном "А" и гаметы с геном "а". И тех и других поровну. В процессе оплодотворения разные гаметы отцовского и материнского организмов имеют равновозможную возможность слиться друг с другом. Поэтому возможно формирование генотипов потомства: 1/4АА, 2/4Аа и 1/4аа. Фенотипически первые три будут с проявлением доминантного гена, один из четырех – с проявлением рецессивного гена. Правда, точное расщепление 3:1 можно получить лишь при анализе бесконечно большого числа потомков. В случаях же малого числа их можно говорить только о вероятности появления особей с тем или иным признаком.

В генетике различают еще возвратное и анализирующее скрещивание. Возвратное – это скрещивание гибрида с гомозиготной родительской особью. Анализирующее – скрещивание гибрида, генотип которого неясен, с гомозиготной особью по рецессивным генам аллеля.

МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ (ПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ)

Задача № 1. Какое потомство можно ожидать от скрещивания черного гомозиготного быка с красной коровой, если известно, что ген черной окраски шерсти крупного рогатого скота доминирует над геном красной окраски?

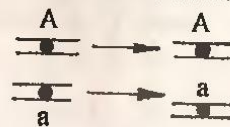
Какие телята родятся от гибридной коровы и гибридного быка?
Какое потомство будет от красной коровы и гибридного быка?

Для решения этой и последующих задач необходимо знать символику, которая используется для решения задач: родительские организмы, взятые для скрещивания, обозначают буквой Р (от латинского "парента" – родители); женский пол – знаком ♀ – "зеркало Венеры" (при записи схемы скрещивания его ставят первым); мужской – ♂ – "щит и копьё Марса" (его пишут вторым); скрещивание обозначают знаком умножения "Х"; гибридное потомство обозначают латинской буквой F (от лат. "филие" – дети) с цифрой, соответствующей порядковому номеру поколения: F₁, F₂ и т.д.

Решение задачи № 1

Обозначим доминантный ген черной окраски буквой А, а рецессивный аллель этого гена, соответствующего красной окраске, – буквой а. Генотип гомозиготного черного быка – АА; красной коровы – аа (в задаче не сказано, что она гомозиготна, но т.к. ген, контролирующей красную окраску, рецессивный, то фенотипически он может проявиться только в гомозиготном состоянии).

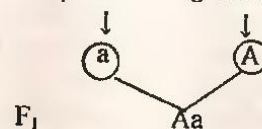
У черного гомозиготного быка один тип гамет – А; у красной коровы – гаметы а; у гибридных быков и коров два типа гамет: А и а, т.к. образуются гаметы путем мейоза, а при мейозе гомологичные хромосомы с соответственными генами расходятся в разные клетки:



т.е. гаметы у гетерозиготных особей по данному аллелю чисты.

Таким образом, задача решается так:

красные черные
1. P ♀ аа X ♂ АА



F₁ Aa
черные
100%

(доминантный ген ставится у гетерозиготной особи на первое место, т.к. по нему определяется фенотип)

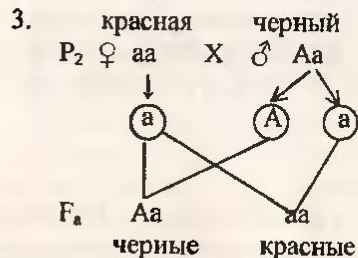
2. черная черная
P₁ ♀ Аа X ♂ Аа



гаметы

	♀	A	a
♂	A	AA чер.	Aa чер.
	a	Aa чер.	aa крас.

75% – черные
25% – красные



50% – черные
50% – красные

Задача № 2. У сорго темная окраска зерна доминирует над светлой.

1. Какая окраска зерен будет у сорго, полученного от скрещивания гомозиготной темнозерной формы со светлозерной?
2. Что получится от скрещивания между собой таких гибридов?
3. Какой результат даст возвратное скрещивание гибридных растений F₁ с гомозиготной рецессивной формой?

Ответ: если обозначить темную окраску зерна буквой "С", а светлую соответственно буквой "с", то 1. P ♀ CC X ♂ cc

F₁ Cc
темная окраска зерен 100%

2. P₁ ♀ Cc X ♂ Cc

F₂ Cc : 2Cc : cc
темная окраска зерен 75% : светлая окраска 25%

3. P₂ ♀ Cc X ♂ cc

F₂ Cc : cc
темная окраска зерен 50% : светлая окраска зерен 50%

Задача № 3. При скрещивании коричневых полевок с черными получено потомство (F₁) черного цвета.

1. Укажите генотипы родительских особей и гибридов F₁.
2. В решетке Пеннета запишите генотипы и фенотипы гибридов F₂.
3. Каково соотношение трех генотипов и характер наследования окраски шерсти у гибридов F₂?
4. Проявление какого генетического закона наблюдается в данном скрещивании?

Решение

В задаче показано моногибридное скрещивание. Полное доминирование черной окраски над коричневой.

1. Если обозначить черную окраску буквой "А", а коричневую буквой "а", то генотипы родителей и F₁ будут:

P ♀ aa X ♂ A
F₁ Aa

Проявляется единообразие гибридов первого поколения по генотипу (Aa) и по фенотипу (черные полевки).

2. P₁ ♀ Aa X ♂ Aa

гаметы

	♀	A	a
♂	A	AA чер.	Aa чер.
	a	Aa чер.	aa коричи.

3. Соотношение генотипов 1AA:2Aa:1aa.

Характер наследования окраски шерсти 3:1, т.е. коричневая окраска шерсти – рецессивный признак. Особи с рецессивным признаком составляют четвертую часть всего потомства.

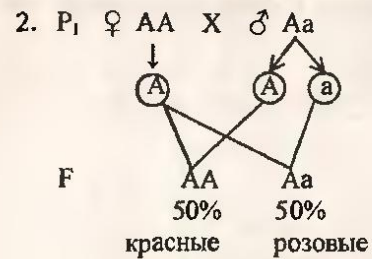
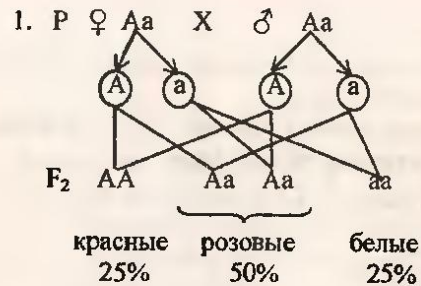
4. В данном скрещивании наблюдается проявление Первого Закона Менделя (Закона расщепления).

Задача № 4. (Неполное доминирование.) Растения красноплодного крыжовника при скрещивании между собой дают потомство с красными ягодами, а растения белоплодного крыжовника – с белыми ягодами. В результате скрещивания обоих сортов друг с другом получаются розовые ягоды.

1. Какое потомство возникает при скрещивании между собой гибридных растений крыжовника с розовыми ягодами?
2. Какое потомство получится, если опылить красноплодный крыжовник пыльцой гибридного крыжовника с розовыми ягодами?

Решение

Обозначим красную окраску плодов буквой "А", белую – "а".

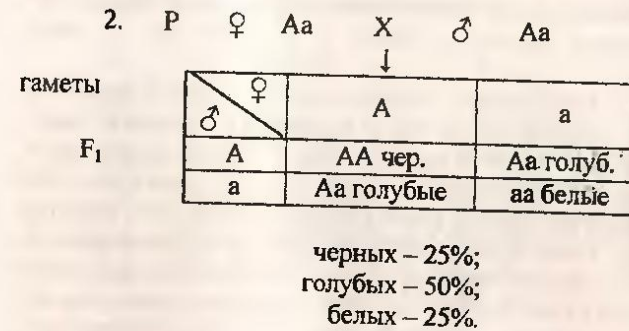
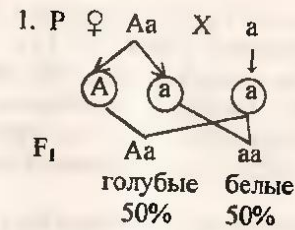


Задача № 5. (Неполное доминирование.) При скрещивании между собой чистопородных белых голубей потомство оказывается белым, а при скрещивании черных голубей – черным. Потомство от скрещивания белой и черной особей оказывается "голубым" (пестрым).

1. Какое оперение будут иметь потомки белого самца и "голубой" самки?
2. А потомки двух особей с "голубым" оперением?

Решение

Обозначим черное оперение буквой "А", а белое – "а".



В задачах № 4 и № 5 у гетерозиготных особей проявляется промежуточный признак.

2. ДИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

При скрещивании моногибридов между собой в потомстве возможны только два фенотипа – исходные родительские. При скрещивании же ди- и полигибридов в потомстве появляются различные комбинации признаков, которых не было у родителей. Тем не менее при этом существуют тоже определенные закономерности. Мендель установил, что при скрещивании ди- и полигибридов во втором поколении происходит расщепление каждой пары признаков, независимо друг от друга, в отношении 3:1.

Почему так происходит? Случаи независимого расщепления возможны тогда, когда гены каждой из анализируемых пар признаков находятся в разных парах хромосом. Вспомним, что во время мейоза гомологичные хромосомы расходятся в разные гаметы. Можно себе представить всю картину следующим образом. Если хромосома с геном "А" пойдет в одну гамету, то хромосома с геном "а" должна идти в другую гамету. Хромосома с геном "В" идет в одну гамету, с геном "в" – обязательно в другую. Но расхождение неомологичных хромосом не

зависит одна от другой. Если в одну гамету может уйти хромосома с геном "А", то в эту же гамету может уйти хромосома с геном "В". Если же с хромосомой "А" ушла хромосома "в", то хромосома с геном "В" должна уйти в гамету с хромосомой "а". Иначе говоря, у дигибридов при расположении анализируемых аллелей в разных парах хромосом возможно четыре типа комбинаций генов в гаметах и число этих комбинаций генов в гаметах равновероятно – всех по ¼.

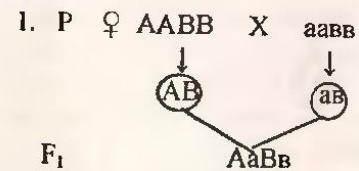
Вообще нужно иметь в виду, что у моногибридов возможны лишь 2 типа гамет, у дигибридов – 4, у тригибридов – 8, т.е. при анализе "n" аллелей число возможных вариантов гамет = 2^n , где "n" – число гетерозигот.

Решение задач на дигибридное скрещивание облегчается решеткой Пеннета, составляемой соответственно числу возможных вариантов гамет. При скрещивании дигибридов она будет включать 4 типа мужских гамет, которые записываются по горизонтали, и 4 типа женских гамет, которые записываются по вертикали. Запись гамет следует производить строго в определенном порядке. Тогда открываются интересные закономерности, облегчающие решение разнообразных задач, по одной диагонали собираются генотипы всех гомозиготных особей: в левом верхнем углу все доминантные гены, ниже вправо – доминантные "А" и рецессивные "в", далее рецессивные "а" и доминантные "В", в правом нижнем углу – все рецессивные гены. Эта диагональ показывает все 4 класса фенотипов в случаях полного доминирования. По второй диагонали собираются все дигибриды. В остальных клеточках оказываются моногибриды. Характерное для скрещивания дигибридов расщепление фенотипов при условии полного доминирования в обоих аллелях 9:3:3:1.

Задача № 6. Какими признаками будут обладать гибридные абрикосы, полученные в результате опыления красноплодных растений нормального роста пыльцой желтоплодных карликовых растений? Какой результат даст дальнейшее скрещивание таких гибридов? Известно, что красный цвет плодов – доминантный признак; желтый – рецессивный; нормальный рост – доминантный; карликовость – рецессивный признак. Все исходные растения гомозиготны; гены обоих признаков находятся в разных хромосомах.

Решение

Обозначим ген, контролирующий красную окраску плодов, буквой "А", желтую – "а"; ген, контролирующий нормальный рост, – буквой "В", карликовость – буквой "в".



гибриды дигетерозиготны
100% – красноплодные с нормальным ростом

2. P₁ ♀ AaBv X ♂ AaBv

га- меты	♀ ♂	↓			
		AB	Av	aB	av
F ₂	AB	AABV кр.н.	AABv кр.н.	AaBV кр.н.	AaBv кр.н.
	Av	AABv кр.н.	AABV кр.к.	AaBv кр.н.	Aaav кр.к.
	aB	AaBV кр.н.	AaBv кр.н.	aaBV ж.н.	aaBv ж.и.
	av	AaBv кр.н.	Aaav кр.к.	aaBv ж.н.	aaav ж.к.

9/16 красноплодных растений, имеющих нормальный рост;
3/16 красноплодных растений, имеющих карликовый рост;
3/16 желтоплодных растений, имеющих нормальный рост;
1/16 желтоплодных растений, имеющих карликовый рост.

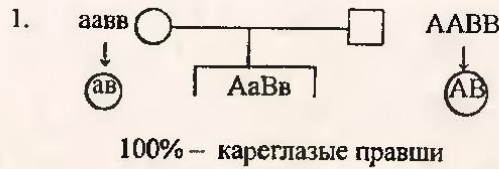
Примечание. Число типов гамет определяется по формуле 2^n , где n – число гетерозигот. В данном случае скрещиваемые особи дигетерозиготны. Значит, у них 4 типа гамет ($2^2 = 4$).

Задача № 7. У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а способность лучше владеть правой рукой – над леворукостью, причем гены обоих признаков находятся в различных хромосомах. Кареглазый правша женится на голубоглазой левше. Какое потомство в отношении указанных признаков следует ожидать в такой семье? Рассмотрите два случая: 1. Когда мужчина гомозиготен по обоим признакам. 2. Когда он по ним гетерозиготен.

Решение

Обозначим ген кареглазости буквой "А", голубоглазости – "а"; ген праворукости буквой "В", леворукости – "в".

Женщину, вступившую в брак, обозначаем \bigcirc , мужчину \square .
Запись будет выглядеть следующим образом:



		AB	Av	aB	av
ав		AaBv	AaVv	aaBv	aaVv
		к.пр.	к.л.	г.пр.	г.л.

В том случае, если генотип мужчины по исследуемым признакам дигетерозиготен, то в такой семье может быть:

- 25% кареглазых праворуких детей;
- 25% кареглазых леворуких детей;
- 25% голубоглазых праворуких детей;
- 25% голубоглазых леворуких детей.

Задача № 8. Какие могут быть дети, если родители их кареглазые правши, гетерозиготные по обоим признакам? (Смотрите предыдущую задачу).

Решение



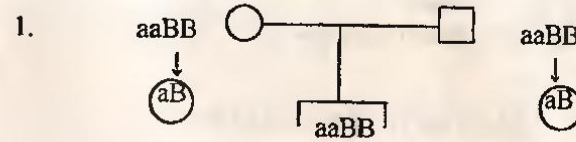
		AB	Av	aB	av
AB		AABV к.пр.	AaBV к.пр.	AaBV к.пр.	AaBV к.пр.
Av		AABv к.пр.	AaVv к.л.	AaVv к.пр.	AaVv к.л.
aB		AaBV к.пр.	AaVv к.пр.	aaBV г.пр.	aaVv г.пр.
av		AaVv к.пр.	AaVv к.л.	aaVv г.пр.	aaVv г.л.

В такой семье могут быть дети: кареглазые правши;
кареглазые левши;
голубоглазые правши;
голубоглазые левши.

Задача № 9. Наследственная слепота у людей может быть обусловлена многими различными причинами. В этой и следующих задачах мы будем иметь в виду только два вида слепоты, каждая из которых определяется своим рецессивным геном: “а” и “в” (нормальное зрение – “А” и “В”). Сколь вероятно, что ребенок родится слепым, если отец и мать его страдают одним и тем же видом наследственной слепоты? А если различными?

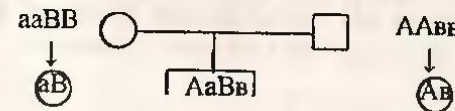
Решение

Рецессивный ген проявляется фенотипически только в гомозиготном состоянии. Если мы будем рассматривать слепоту, контролируемую геном “а”, то генотипы родителей будут одинаковыми: $aaBB$.



Все дети в этой семье будут страдать этим видом слепоты.

2. Пусть мать страдает слепотой, определяемой геном “а”, а отец – геном “в”.

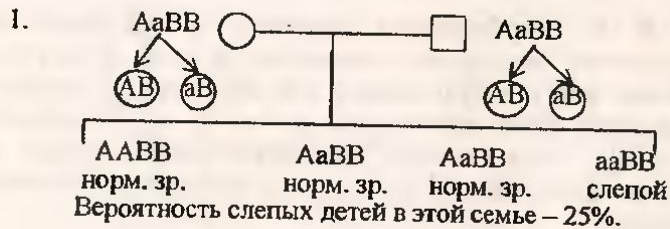


В такой семье все дети будут иметь нормальное зрение.

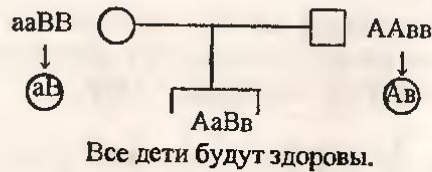
Задача № 10. Оцените вероятность рождения ребенка слепым, если родители его зрячие, а обе бабушки страдают одинаковым андом наследственной слепоты (см. предыдущую задачу), определяемой геном “а”. А если слепота бабушек определяется различными генами (у матери – “а”; у отца – “в”)? В обоих случаях генотипы дедушек неотягощены генами слепоты.

Решение

Раз обе бабушки страдают одной слепотой, то генотипы родителей будут одинаковыми: $AaBB$.



2. В этой семье генотип матери $aaBV$; генотип отца $AaBV$.



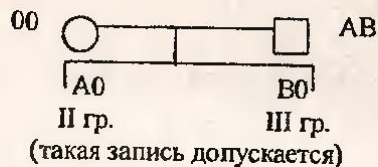
3. ЗАДАЧИ НА ГРУППЫ КРОВИ

По системе АВО существует четыре группы крови: I группа имеет агглютинины α и β , но агглютиногенов не имеет, она называется поэтому нулевой группой; II группа имеет агглютиноген A и агглютинин β – ее называют группой A; III группа имеет агглютиноген B и агглютинин α – это группа B; IV – группа АВ (агглютининов не имеет). Группы крови определяются геном I, имеющим три аллельных состояния:

- I^{00} – I группа;
- I^A (I^{AA} , I^{AO}) – II группа;
- I^B (I^{BB} , I^{BO}) – III группа;
- I^{AB} – IV группа.

Задача № 11. Какие группы крови будут у детей, если у матери I группа крови, а у отца – IV?

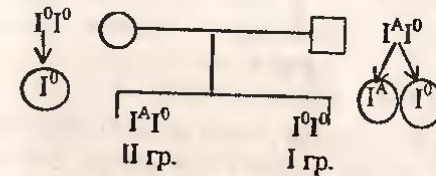
Решение



Задача № 12. В родильном доме перепутали двух детей. Родители одного из них имеют I и II группы крови, родители другого – II и IV. Исследование показало, что дети имеют I и II группы крови. Определите, кто чей ребенок?

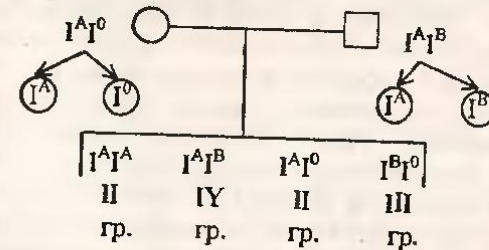
Решение

1. У первой пары родителей I и II группы:
у матери – I группа – I^{0I^0} ;
у отца – II группа – I^AI^0
(возьмем отца гетерозиготного).



У первой пары родителей дети могут иметь либо I, либо II группы крови.

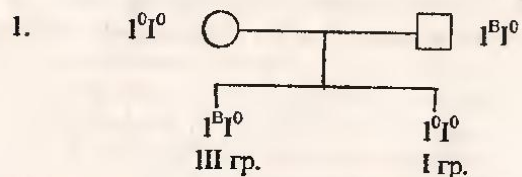
2. У второй пары родителей II группа – I^AI^0 (пусть будет гетерозиготна) – у матери; IV – I^AI^B – у отца.



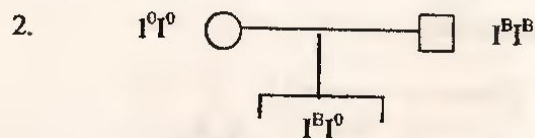
У второй пары родителей могут быть дети I, III и IV группы крови, т.е. детей первой группы крови у них быть не может. Следовательно, ребенок с I группой крови принадлежит первой паре родителей.

Задача № 13. У матери первая группа крови, а у отца – третья. Могут ли дети унаследовать группу крови своей матери?

Решение



Если генотип отца гетерозиготен, то 50% детей могут иметь первую группу крови.



У такой супружеской пары, когда генотип отца гомозиготен, дети не могут унаследовать группу крови своей матери (по условию задачи у матери I группа).

4. НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, СЦЕПЛЕННЫХ С ПОЛОМ

Сцепленными с полом называются признаки, гены которых расположены не в аутосомах, а в гетеросомах (половых хромосомах). Хромосомы, определяющие пол, отличаются одна от другой. Та, которая покрупнее, называется X-хромосомой, которая поменьше – Y-хромосомой. В X- и Y-хромосомах есть какие-то участки, гомологичные друг другу и содержащие аллельные гены. Признаки таких генов должны менделировать, т.е. подчиняться закону расщепления в отношении 3:1. Но, как в X-, так и в Y-хромосоме имеются негомологичные участки. В таких участках X-хромосомы содержат гены, аллельных которым в Y-хромосоме нет (например ген классической гемофилии), и наоборот, в негомологичном участке Y-хромосомы содержатся гены, у которых нет аллелей в X-хромосоме (например ген, определяющий развитие волосков на краю ушной раковины).

Вспомним, как определяется пол. Как правило, гетерохромосом в организме 2. У млекопитающих, в том числе и у человека, клетки женского организма содержат 2 одинаковые половые хромосомы – X и X, а клетки мужского организма 2 разные – X- и Y-хромосомы. В процессе мейоза половые хромосомы расходятся в разные гаметы. Поэтому все женские гаметы будут нести по одной X-хромосоме. Мужские же гаметы будут

двух типов: половина с X-хромосомой, половина с Y-хромосомой. При слиянии гамет во время оплодотворения определяется пол будущего организма: если яйцеклетка (в ней всегда есть X-хромосома) сольется со сперматозоидом, несущим X-хромосому, будет развиваться женский организм; если же со сперматозоидом, несущим Y-хромосому, разовьется мужской организм. Поэтому говорят, что у млекопитающих женский пол является гомогаметным, мужской – гетерогаметным.

Схема решения задач на наследование признаков, сцепленных с полом, иная, чем на аутосомное моногибридное скрещивание. В случае, если ген сцеплен с Y-хромосомой, он может передаваться из поколения в поколение только мужчинам. Если ген сцеплен с X-хромосомой, он может передаваться от отца только дочерям, а от матери в равной степени распределяться между дочерьми и сыновьями. Если ген сцеплен с X-хромосомой и является рецессивным, то у женщины он проявляется только в гомозиготном состоянии. У мужчин второй X-хромосомы нет, поэтому такой ген проявляется всегда.

Следует иметь в виду, что например, у птиц, рептилий, некоторых насекомых гетерогаметный пол – женский, гомогаметный – мужской.

5. СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ НАСЛЕДОВАНИЕ

Задача № 14. Дальтонизм – одна из форм слепоты, заболевание, сцепленное с полом и наследуемое по рецессивному гену. Проявление этого признака характерно для мужчин, хотя ген дальтонизма сцеплен с X-хромосомой.

Дочь дальтоника вышла замуж за сына дальтоника. Оба различают цвета нормально.

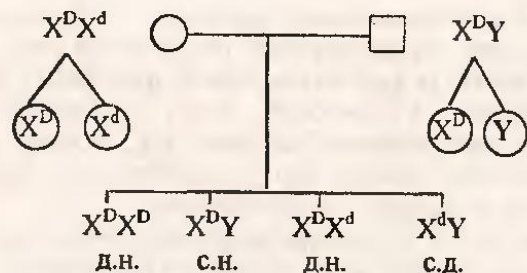
1. Укажите генотипы родителей и первого поколения (F_1).
2. Определите, каким будет зрение у первого поколения (сыновей и дочерей).

Решение

Женщина, вступившая в брак, различает цвета нормально, но ее отец – дальтоник. Следовательно, она гетерозиготна по данному признаку, т.е. в ее генотипе есть аномальный ген.

Мужчина различает цвета нормально, хотя и его отец дальтоник, т.к. отец передает сыну только Y-хромосому.

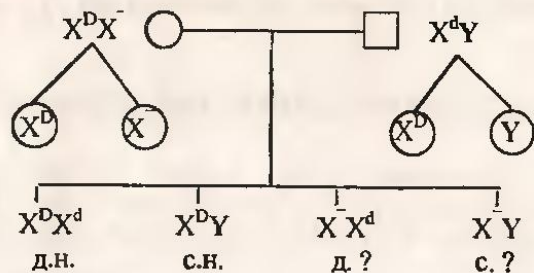
Обозначим ген нормального зрения буквой D, а аномальный – d.



Дочери в этой семье будут различать цвета нормально, 50% сыновей будут дальтониками.

Задача № 15. Отец и сын – дальтоники, а мать различает цвета нормально. Правильно ли будет сказать, что в этой семье сын унаследовал свой недостаток зрения от отца? (См. предыдущую задачу.)

Решение



Отец передает сыну только Y-хромосому, следовательно, мать – носительница гена дальтонизма, и ее генотип будет $X^D X^d$, и 50% своих дочерей она передаст X^d -хромосому, и их генотип будет $X^d X^d$, а генотип 50% сыновей – $X^d Y$.

Т.е. в этой семье могут быть дальтониками и сыновья, и дочери.

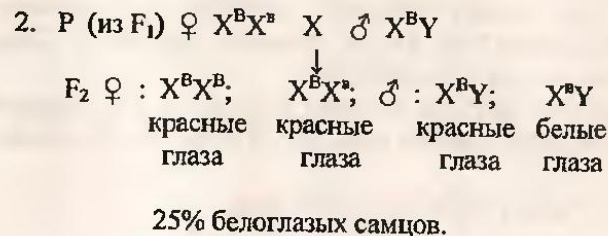
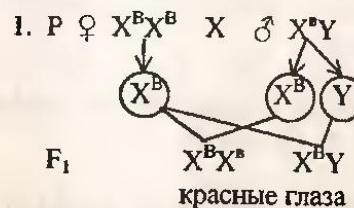
Задача № 16. У дрозофилы имеется пара аллельных генов, сцепленных с полом. Один из них определяет развитие белых глаз, а другой – красных. Скрещивается самка, у которой красные глаза, с белоглазым самцом. Все потомство F_1 (и самцы, и самки) только с красными глазами, а самцы F_2 как с теми, так и с другим.

Напишите схему скрещивания (введя символику), определите, какой из двух аллелей доминантный, а какой рецессивный. Какова вероятность появления в F_2 белоглазых самцов?

Решение

Уже по результатам F_1 выясняется, что аллель красных глаз доминирует над аллелем белых глаз.

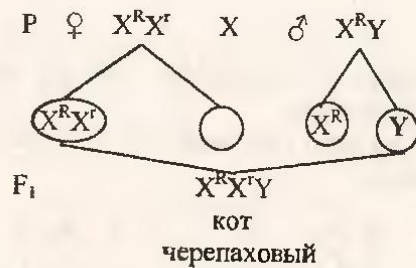
Обозначим аллель красных глаз через "В", а аллель белых через "в". Запишем схему скрещивания:



Задача № 17. У кошек ген черной масти расположен в X-хромосоме. Его аллельный ген определяет рыжую масть. Гетерозиготные по этим двум аллелям кошки имеют пятнистую окраску (получившую название "мраморной", или "черепаховой"). Почему пятнистые коты встречаются крайне редко?

Решение

Можно допустить, что расхождение хромосом при мейозе (образование гамет) не всегда может быть правильным. Может быть так: в одну гамету попадет две (в данном случае) X-хромосомы, а в другую – ни одной. Представим себе, что яйцеклетка оказалась с двумя X-хромосомами, в одной из которых локализован аллель черной окраски (обозначим его буквой "R"), а в другой – рыжей ("r"). Если такая яйцеклетка оплодотворится спермием, несущим Y-хромосому, то из образовавшейся зиготы разовьется черепаховый кот. Отсюда ясно, почему черепаховые коты встречаются редко.



Имеет место неполное доминирование (взаимодействие аллельных генов). Ген окраски шерсти локализован в X-хромосоме.

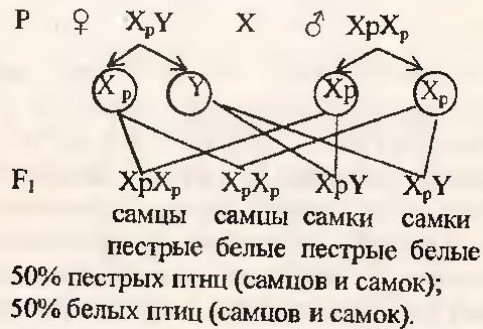
Задача № 18. У некоторых пород голубей гены, определяющие белый цвет и пеструю окраску оперения, сцеплены с X-хромосомой; пестрая окраска доминирует над белой сплошной окраской. Самки у голубей гетерогаметны, самцы – гомогаметны.

У юннатов имеются пестрые и белые голуби. От их скрещивания получено 50 пестрых голубей (самцов и самок), 49 белых голубей (самцов и самок).

Определите генотипы родителей и потомства.

Решение

Ген пестрой окраски обозначим буквой "P", ген белой окраски – "p". Самки гетерогаметны – белые. Их генотип $X_p Y$. Самцы гомогаметны – пестрые. Их генотип $X_p X_p$, т.к. в потомстве идет расщепление примерно 1:1 (50 пестрых и 49 белых).

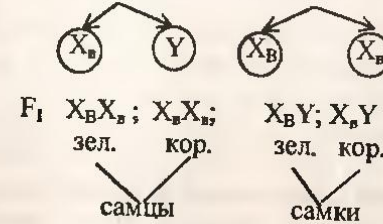


Задача № 19. У попугаев сцепленный с полом ген "B" определяет зеленую окраску оперения, "b" – коричневую. Зеленого самца скрещивают с коричневой самкой. Каковы будут F₁, F₂?

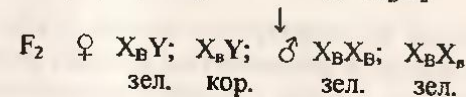
Решение

У птиц самки гетерогаметны, самцы гомогаметны.

1. P ♀ $X_B Y$ X ♂ $X_B X_b$ (может быть и $X_B X_B$).



2. P₁ (F₁) ♀ $X_B Y$ X ♂ $X_B X_b$



В F₂ самок – 50% зеленых; 50% коричневых;
самцов – 100% зеленых.

3. P₁ (F₁) ♀ $X_b Y$ X ♂ $X_b X_b$
F₂ ♀ $X_b Y$ – 100%; ♂ $X_b X_b$ – 100%;
коричневые коричневые

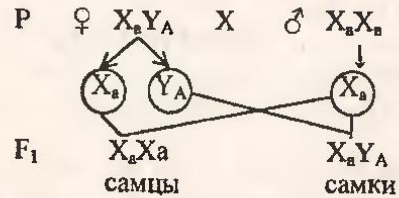
Скрещивание других самцов и самок проводится по аналогии.

Задача № 20. В некоторых популяциях ящерицы прыткой самка откладывает два сорта яиц – темной и светлой окраски, причем из темных яиц развиваются только самки, которые передают этот признак только дочерям. Определите:

1. Почему указанный признак наследуется только по женской линии?
2. Какой процент яиц ящерицы будет иметь светлую окраску? Почему?

Решение

При решении этой задачи необходимо учесть, что у ящериц самки гетерогаметны, а самцы гомогаметны: доминантный ген темной окраски яйца сцеплен с полом и локализован только в Y-хромосоме, а рецессивный ген светлой окраски – в X-хромосоме. Обозначим доминантный ген буквой “А”, а рецессивный – “В”.



Половая Y_A -хромосома может быть только у самок, т.е. только в самковых яйцах. Поэтому они темные. Мужские особи лишены Y_A -хромосомы, поэтому “самцовые” яйца (из которых развиваются самцы) могут быть только светлыми.

50% яиц будут светлыми и превратятся в самцов. (Образование гамет осуществляется путем мейоза, в данном случае половые хромосомы X и Y расходятся в разные клетки. Гаметы с равной вероятностью могут иметь у конкретной особи либо X-, либо Y-хромосому.) У другой особи один тип гамет. Таким образом, соотношение полов 1:1 (50% : 50%), и в силу сцепленности этого признака с полом вероятность образования каждого сорта яиц 50% : 50%.

6. СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ (ЯВЛЕНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ И КРОССИНГОВЕР)

Сцепленными признаками называются признаки, гены которых расположены в одной хромосоме. Они передаются вместе в случае полного сцепления. Однако при первом мейотическом делении в конце профазы при конъюгации гомологичные хромосомы могут перекрещиваться и обмениваться гомологичными участками (неполное сцепление). В этом случае гены одной хромосомы переходят в другую, гомологичную ей. Тогда эти гены расходятся в разные гаметы. Чем ближе друг к другу расположены гены в хромосоме, тем реже происходит их расхождение при перекресте, и, наоборот, чем дальше друг от друга стоят гены, тем чаще возможно нарушение сцепления. Следовательно, при полном сцеплении образуется два типа гамет в равных количествах. При неполном сцеплении

генов может образоваться четыре типа гамет: 2 типа со сцепленными генами и 2 типа с хромосомами, которые обменялись гомологичными участками (также гаметы называются кроссоверными, т.к. процесс перекреста хромосом, сопровождающийся обменом гомологичными участками гомологичных хромосом, называется кроссинговером).

Частота расхождения признаков при кроссинговере прямо пропорциональна расстоянию между генами (оно измеряется в морганидах).

Задача № 21. У яблоны высокий рост стебля доминирует над карликовым, а шаровидная форма плода над грушевидной, гены высоты стебля и формы плода сцеплены и находятся друг от друга на расстоянии 30 морганид. Скрещено гетерозиготное по обоим признакам растение с карликовым, имеющим грушевидные плоды.

Какое потомство следует ожидать от этого скрещивания?

Решение

Если в задаче дается расстояние между сцепленными анализируемыми генами, то это указывает на наличие кроссинговера и образование кроссоверных гамет, процент которых соответствует расстоянию между сцепленными генами, т.е. в данном случае дается неполное сцепление и у дигетерозиготной особи можно предположить четыре типа гамет.

Обозначим ген высокого роста буквой “А”, ген карликовости – “а”; ген шаровидной формы – буквой “С”, грушевидной – “с”.

P ♀ AaCc X ♂ aacc

		↓			
		AC	Ac	aC	ac
гаметы F ₁	♀				
	♂	ac	AaCc	Aacc	aaCc
		в.ш.	в.гр.	к.ш.	к.гр.

30% – по 15%
каждых

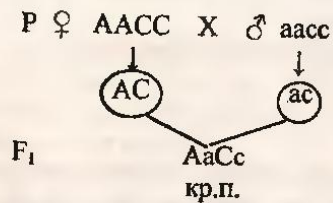
70% – по 35%
каждых

Задача № 22. Гомозиготное по обоим признакам красноцветковое (А) растение левкоя узколистное (доминантный ген (С) скрестили с белоцветковым (а) широколистным (с) растением. Гены указанных признаков локализованы в одной хромосоме, сцеплены между собой и наследуются вместе. Определите, каковы генотипы и фенотипы F₁ и F₂.

Результаты объясните цитологически.

Решение

По условию видно, что между анализируемыми генами, локализованными в одной хромосоме, существует полное сцепление. Оба растения по данному генотипу гомозиготны по обоим аллелям (ААСС и аасс), и у каждой особи один тип гамет.



Все гибриды F₁ дигетерозиготны.

Фенотипически на каждой аллели проявляется доминантный признак – растения красноцветковые узколистные.

Задача № 23. Дигетерозиготное красноцветковое (А) узколистное (С) растение левкоя (АаСс) скрещено с таким же растением (АаСс) из F₁; названные гены сцеплены. Допустим, у этих растений 50% мужских гамет образовалось в результате перекреста гомологичных хромосом, остальные мужские и все женские гаметы – без перекреста. Определите формулы расщепления потомства F₂ по генотипу и фенотипу.

Решение

В этой задаче конкретно указывается, что 50% кроссоверных гамет только у мужских особей (с которых переносится пыльца), у женских же особей между анализируемыми генами полное сцепление, т.е. у них только два типа гамет, несмотря на то, что генотипы у мужских и женских особей одинаковые.

(из F₁) Р ♀ АаСс X ♂ АаСс

		↓			
		AC	Ac	aC	ac
гаметы F ₂	♀ AC	AAСС кр.у.	AAСс кр.у.	AaCC кр.у.	AaCc кр.у.
	ac	AaCc	Aacc	aaCc	aacc
		кр.у.	кр.ш.	б.у.	б.ш.

50% кроссоверных гамет, генотипов и фенотипов

Расщепление по генотипу:

1AAСС : 1AAСс : 1AaCC : 2AaCc : 1Aacc : 1aaCc : 1aacc.

Расщепление по фенотипу:

1 : 1 : 1 : 1 : 25% – красноцветковые узколистные;
 25% – красноцветковые широколистные;
 25% – белоцветковые узколистные;
 25% – белоцветковые широколистные.

Задача № 24. Скрещены две линии мышей: в одной из них животные имеют черную шерсть нормальной длины, а в другой – длинную серую. Гибриды F₁ имеют шерсть нормальную серую. При анализирующем скрещивании получилось следующее расщепление: мышат с нормальной серой шерстью – 89, с нормальной черной – 36, с длинной серой – 35 и длинной черной – 88. Как наследуются эти две пары признаков? Какой процент составят кроссоверные мышата?

Решение

Т.к. гибриды F₁ имеют шерсть нормальную серую, следовательно, ген нормальной шерсти (обозначим его "А") доминирует над геном длинной шерсти – "а", а ген серой шерсти (обозначим его "В") доминирует над геном черной шерсти – "в". Неаллельные гены локализованы в одной хромосоме, сцеплены и наследуются вместе. Так как при анализирующем скрещивании появляются мышата с рекомбинированными признаками, можно предположить, что между анализируемыми генами неполное сцепление и у гибридов F₁ образуется четыре типа гамет.

Генотип F₁ АаВв.

Р (из F₁) ♀ АаВв X ♂ аавв

		↓			
		AB	Ab	aB	ab
гаметы F ₂	♀ AB	AAВВ	AaВв	aaВВ	aaВв
	ab	н.с.	н.ч.	дл.с.	дл.ч.

Т.е. мышат с нормальной серой шерстью и темной длинной (как у родительских особей) всего: $89 + 88 = 177$; с рекомбинированными признаками: $36 + 35 = 71$, следовательно, кроссоверных мышат примерно 29% (по 14,5%).

Всего мышат 248. Это составит 100%.

Кроссоверных: 71 — х %.

$$x = 29\%.$$

Задача № 25. Здоровая женщина вступает в брак со здоровым мужчиной. У них рождается пять сыновей. Двое из них страдают дальтонизмом, но имеют нормальную кровь, двое страдают гемофилией, но имеют нормальное зрение, а один страдает и дальтонизмом, и гемофилией.

Определите генотип матери и объясните, почему она имеет сыновей трех типов.

Решение

Геи дальтонизма — “d” (норма — “D”); геи гемофилии — “h” (норма “H”) локализованы в X-хромосоме (половые хромосомы), сцеплены между собой и наследуются вместе (X_H^D, X_h^d), но при кроссинговере может произойти обмен гомологичными участками — $X_H^D; X_h^d$.

Сыновьям X-хромосому передает только мать (т.к. отец передает X-хромосому только дочерям, а сыновьям — Y-хромосому). Из условия задачи можно предположить, что у матери при образовании гамет имеет место кроссинговер, что ведет к образованию четырех типов гамет. Отсюда задача решается следующим образом:

	$X_H^D X_h^d$	X_H^D	X_h^D	X_H^d	X_h^d
гаметы	X_H^D	$X_H^D X_H^D$	$X_H^D X_h^D$	$X_H^D X_H^d$	$X_H^D X_h^d$
F ₁ (дети)	Y	$X_H^D Y$	$X_h^D Y$	$X_H^d Y$	$X_h^d Y$
		д. зд.	д. зд.	д. зд.	д. зд.
		с. зд.	с-г	с-д	с-г-д

100% дочерей в этой семье здоровы.

Среди сыновей же могут быть и здоровые, и гемофилики, и гемофилики и дальтоники одновременно.

7. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ

В организме одновременно функционирует множество генов из разных аллелей. В том числе и расположенных в разных парах хромосом. Очевидно, что в цепи реализации гена в признак многие из них могут оказывать воздействие друг на друга или на уровне ферментов, или на уровне биохимических реакций. Это не может не отразиться на формировании фенотипа. И в этом случае при скрещивании дигбридов закон независимого расщепления каждой пары признаков в отношении 3:1 не имеет силы даже при расположении генов в разных парах хромосом. Выделяют 4 типа взаимодействия неаллельных генов: эпистатическое, комплементарное и полимерное.

Эпистаз — подавление действия генов одного аллеля генами другого. Различают эпистаз доминантный и рецессивный. В первом случае геном-подавителем является доминантный ген, во втором — рецессивный. Анализ при эпистатическом взаимодействии генов ведется по схеме дигбридного скрещивания. Однако важно помнить, что сначала решается вопрос о доминировании аллельных генов, а потом уже о взаимодействии неаллельных генов. В случае скрещивания дигбридов при доминантном эпистазе расщепление во втором поколении оказывается 13:3 или 12:3:1, т.е. во всех случаях, где присутствует доминантный ген-подавитель, подавляемый ген не проявится. В случае скрещивания дигбридов при рецессивном эпистазе расщепление во втором поколении наблюдается в отношении 9:3:4. Эпистаз будет происходить лишь в тех 4 случаях из 16, где в генотипе совпадут 2 гена-подавителя.

Комплементарность — явление, когда сошедшиеся два неаллельных гена дают новый признак, не похожий ни на один из тех, которые формируются без взаимодействия. Например, у кур гороховидная форма гребня определяется одним доминантным геном, розовидная — другим, не аллельным ему, но тоже доминантным геном. Когда эти гены окажутся в одном генотипе, развивается ореховидная форма гребня. В случае, если организм оказывается гомозиготным по обоим рецессивным генам, развивается простой листовидный гребень. При скрещивании дигбридов (все с ореховидным гребнем) во втором поколении происходит расщепление фенотипов в отношении 9:3:3:1. Но здесь нельзя найти независимого расщепления каждого аллеля в отношении 3:1, так как во

всех случаях совпадения в генотипе обоих доминантных генов их прямое действие не обнаруживается. В других случаях комплементарности возможно расщепление второго поколения в отношении 9:7 и 9:6:1.

Полимерия – явление, когда один и тот же признак определяется несколькими аллелями. Так, красная окраска зерен пшеницы определяется двумя и более парами генов. Каждый из доминантных генов этих аллелей определяет красную окраску, рецессивные гены определяют белый цвет зерен. Один доминантный ген дает не очень сильно окрашенные зерна. Если в генотипе совпадают два доминантных гена, интенсивность окраски повышается. Лишь в том случае, когда организм оказывается гомозиготным по всем парам рецессивных генов, зерна не окрашены. Таким образом, при скрещивании дигибридов происходит расщепление в отношении 15 окрашенных к одному белому. Но из 15 окрашенных один будет иметь интенсивно красный цвет, так как содержит четыре доминантных гена, четыре будут окрашены несколько светлее, так как в их генотипе будет три доминантных гена и один рецессивный, шесть – еще светлее с двумя доминантными и двумя рецессивными генами и четыре – еще светлее, имеющие один доминантный и три рецессивных гена, т.е. истинное расщепление будет 1:4:6:4:1. Бывают случаи, когда полимерные гены не усиливают друг друга.

ЭПИСТАЗ

Рассмотрим проявление эпистаза на примере наследования окраски перьев у птиц.

Задача № 26. Ген С контролирует окраску перьев (сс – белое оперение), ген I – ингибитор (подавитель гена окраски) – тоже белое оперение. Определить генотипы и фенотипы гибридов первого и второго поколения. Определить расщепление по фенотипу во втором поколении при скрещивании белых птиц, имеющих генотип CCII, с белыми, имеющими генотип ccii.

Решение

I. P ♀ CCII X ♂ ccii
 белые ↓ белые
 CcIi
 белые

2. P₁ (из F₁) ♀ CcIi X ♂ CcIi

гаметы	♀	CI	CI	ci	ci	
	♂					
F ₂	CI	CCII б	CCIi б	CcII б	CcIi б	белых – 13/16; черных – 3/16; расщепление – 13:3.
	CI	CCIi б	CCii ч	CcIi б	Ccii ч	
	ci	CcII б	CcIi б	ccII б	ccIi б	
	ci	CcIi б	Ccii ч	ccIi б	ccii б	

Это пример доминантного эпистаза.

Задача № 27. При скрещивании белых голубей получено 1952 птенца, 366 птенцов было окрашенных, остальные белые. Определите генотипы родителей и окрашенных птенцов.

Решение

По условию задачи при скрещивании белых голубей с белыми получили следующее соотношение фенотипов: 1586 белые, 366 окрашенные, т.е. 13:3. Такое отношение возможно при скрещивании гибридов в случае доминантного эпистаза. Следовательно, скрещиваемые голуби имели генотипы CcIi и CcIi.

P ♀ CcIi X ♂ CcIi

Вычерчивается решетка Пеннета и определяются генотипы окрашенных птенцов (как в задаче № 26): ICCii и 2 Ccii.

Задача № 28. У люпина ген R определяет красную окраску семян, а ген r – желто-коричневую. Однако окраска проявляется только при наличии гена-проявителя P.

Определить генотипы и фенотипы гибридов F₁ и F₂ при скрещивании гомозиготной желто-коричневой (pprr) формы с белой (ppRR).

Решение

I. P ♀ PPrR X ♂ ppRR
 ж-к ↓ белые
 F₁ PpRr
 красные

Задача на
рецессивный
эпистаз-критогмерно

2. P₁ (из F₁) ♀ PpRr X ♂ PpRr

	♀				
♂		PR	Pr	pR	pr
	PR	PPRR кр.	PPRr кр.	PpRR кр.	PpRr кр.
	Pr	PPRr кр.	PPrr ж-к.	PpRr кр.	Pprr ж-к.
	pR	PpRR кр.	PpRr кр.	ppRR б+	ppRr б.
	pr	PpRr кр.	Pprr ж-к.	ppRr б.	pprr б+

9/16 – красные;
3/16 – желто-коричневые;
4/16 – белые.

КОМПЛЕМЕНТАРНОСТЬ

Комплементарное взаимодействие обусловлено так называемыми дополнительными генами, т.е. генами, которые могут вызывать проявление признаков при совместном действии, дополняя друг друга.

Наиболее простым примером такого процесса является наследование окраски цветков у душистого горошка. При скрещивании двух белоцветковых форм (AaBb x aaBB) в F₁ получаются все растения с пурпурными цветками (AaBb), а в F₂ наблюдается расщепление на пурпурные и белоцветковые формы в соотношении 9:7. Окрашенные цветки имеют только растения, несущие доминантные аллели обоих генов.

Задача № 29. Явление комплементарности можно рассмотреть на примере наследования окраски глаз у дрозофилы, у которой наряду с дикой красной окраской глаз (A⁺B⁺) встречаются коричневая (A⁺b⁻) и ярко-красная (aaB⁺), белоглазые (aabb).

Определить расщепление по генотипу и фенотипу при скрещивании двух дигетерозиготных особей по анализируемым генам.

Решение

P ♀ AaBb X ♂ AaBb

	♀				
♂		AB	Ab	aB	ab
	AB	AABB кр.	AABb кр.	AaBB кр.	AaBb кр.
	Ab	AABb кр.	AAbb кор.	AaBb кр.	Aabb кор.
	aB	AaBB кр.	AaBb кр.	aaBB я-кр.	aaBb я-кр.
	ab	AaBb кр.	Aabb кор.	aaBb я-кр.	aabb бел.

красноглазых – 9;
с ярко-красными глазами – 3;
коричневоглазых – 3;
белоглазых – 1.

Расщепление по фенотипу:
9:3:3:1 (но не 3:1 по каждой аллели).

Расщепление по генотипу:
1AABB:2AABb:2AaBB:4AaBb:1Aabb:2Aabb:1aaBB:2aaBb:1aabb.

Задача № 30. Юннаты скрещивали между собой тыкву двух сортов, имеющую сферическую форму плодов (один сорт с генотипом AAbb, другой – aaBB).

Все растения из F₁ имели дисковидную форму плодов, а у растений из второго поколения были плоды и дисковидной, и сферической, и удлиненной формы.

Какая генетическая закономерность “кроется” в этой задаче?

Почему у растений первого поколения плоды имели дисковидную форму? А у F₂ появляются удлиненные плоды?

В каком соотношении произойдет расщепление по фенотипу во втором поколении?

Решение

В задаче показано взаимодействие неаллельных генов – комплементарность.

Возникновение дисковидной формы обусловлено взаимодействием доминантных генов (A и B), а удлиненной – рецессивных (aabb).

P (из F₁) ♀ AaBb X ♂ AaBb

	♀				
♂		AB	Ab	aB	ab
	AB	AABB Д	AABb Д	AaBB Д	AaBb Д
	Ab	AABb Д	AAbb сф.	AaBb Д	Aabb сф.
	aB	AaBB Д	AaBb Д	aaBB сф.	aaBb сф.
	ab	AaBb Д	Aabb сф.	aaBb сф.	aabb уд.

9/16 – дисковидные;
6/16 – сферические;
1/16 – удлиненные.

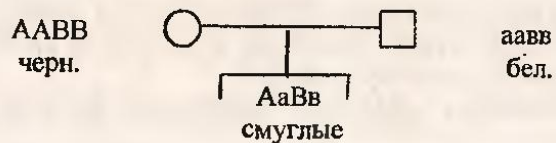
ПОЛИМЕРИЯ

Задача № 31. Цвет кожи человека определяется взаимодействием нескольких пар генов по типу полимерии, т.е. цвет кожи тем темнее, чем больше доминантных генов в генотипе.

Если негритянка (AABB) и белый мужчина (aавв) имеют детей, то в какой пропорции можно ожидать появления детей с черной, смуглой кожей и белых? (Сводка возможных генотипов и фенотипов по цвету кожи:

- черная кожа – AABB;
- темная кожа – AaBB; AABv;
- смуглая кожа – AaBv; AAвв; aaBB;
- светлая кожа – Aавв; aaBv;
- белая кожа – aавв.)

Решение



В такой семье все дети могут иметь только смуглую кожу. Черных и белых детей в такой семье быть не может.

Задача № 32. Если два мулата (AaBv) имеют детей, то можно ли ожидать среди них детей с черной, смуглой и белой кожей? Какую часть составят дети каждого типа?

Решение



♀ \ ♂	AB	Av	aB	ав
AB	AABB ч.	AABv т.	AaBB т.	AaBv см.
Av	AABv т.	AABv см.	AaBv см.	Aавв св.
aB	AaBB т.	AaBv см.	aaBB см.	aaBv св.
ав	AaBv см.	Aавв св.	aaBv св.	aавв б.

(Сводку возможных генотипов и фенотипов по цвету кожи смотрите в задаче № 31.)

В этой семье возможны дети всех типов по цвету кожи:

- черных (негров) – 1/16;
- темных – 4/16;
- смуглых – 6/16;
- светлых – 4/16;
- белых – 1/16.

II. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ (С ОТВЕТАМИ)

МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ (ПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ)

Задача № 33. Скрещивались кролики серые с белыми. Все кролики из F_1 были серые, а во втором поколении из 260 крольчат 65 имели белую окраску шерсти. Как наследуется признак? Докажите.

Ответ: серая окраска шерсти – доминантный признак. В первом поколении все гибридные кролики серые – единообразие первого поколения. Во втором поколении произошло расщепление признака в соотношении 3:1, т.е. у четвертой части крольчат проявился рецессивный признак (закон расщепления).

Задача № 34. (Неполное доминирование.)

При скрещивании коричневых ондатр с коричневыми получается коричневое потомство, а серых – серое. Когда же скрестили коричневых ондатр (доминантный признак) с серыми (рецессивный признак), то среди гибридных ондатр появились пестрые животные. Объясните почему?

Ответ: объясняется это неполным доминированием – особи, имеющие гетерозиготный генотип по анализируемым генам, имеют пеструю окраску.

ДИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

Задача № 35. У морской свинки короткая шерсть доминирует над длинной, окрашенная шерсть – над белой. Короткая шерсть определяется геном “А”, длинная – “а”; окрашенная – геном “В”, белая – “в”. Неаллельные гены расположены в разных хромосомах. Самец морской свинки, имеющий длинную окрашенную шерсть, скрещивается с короткошерстной (Аа) белой самкой. Какое потомство можно ожидать от этих двух свинок?

Ответ: если ♀ Аавв, а ♂ ааВв, то F_1 :
1 АаВв (короткошерстные окрашенные);
1 аавв (короткошерстные белые);
1 ааВв (длинношерстные окрашенные);
1 аавв (длинношерстные белые).

Если ♀ Аавв, а ♂ ааВв, то F_1 :
50% АаВв (короткошерстные окрашенные);
50% ааВв (длинношерстные окрашенные).

Задача № 36. У дельфиниума лиловая окраска цветков доминирует над белой, округлая форма лепестков – над эллипсовидной. Аллель окраски A^+ , aa : аллель формы B^+ , bb .

Растение дельфиниум с белыми эллипсовидными лепестками скрестили с растением, дигетерозиготным по рассматриваемым признакам. Определите генотипы родительских форм, генотипы и фенотипы потомства.

Ответ: Р: аавв; АаВв.

F_1 : 1 АаВв : 1 Аавв : 1 ааВв : 1 аавв
лиловые лиловые белые белые
округлые эллипсовид. округлые эллипсовид.

ЗАДАЧИ НА ГРУППЫ КРОВИ

Задача № 37. Если мать имеет вторую группу крови, а отец – третью, то какова вероятность того, что дети унаследуют группы крови своих родителей?

Ответ: если родители гомозиготны по соответственным аллелям, то все дети в этой семье (100%) будут иметь только четвертую группу крови ($I^A I^B$).

Если оба родителя гетерозиготны, то у 25% детей может быть первая группа крови ($I^0 I^0$); у 25% – вторая ($I^A I^0$); у 25% – третья ($I^B I^0$); у 25% – четвертая ($I^A I^B$).

Если мать гомозиготна, отец гетерозиготен, то 50% детей могут иметь четвертую группу крови, 50% – вторую.

Если отец гомозиготен, мать гетерозиготна, то 50% детей могут иметь четвертую группу крови, 50% – третью.

СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ НАСЛЕДОВАНИЕ

Задача № 38. Если мужчина - дальтоник женится на нормальной женщине и они имеют двоих детей, причем сына - дальтоника, а дочь нормаль-

ную, что можно сказать о генотипе матери?

Ответ: генотип матери: $X^D X^d$.

Задача № 39. Муж и жена здоровы. Могут ли они иметь сына-гемофилика? Напишите генотипы родителей и сына.

Ответ: если генотип матери $X^H X^h$, а отца X^{HY} , то генотип сына-гемофилика — $X^h Y$; если же $\varnothing X^H X^H$, то сыновья будут здоровы.

Задача № 40. У попугая сцепленный с полом ген "С" определяет зеленую окраску, а ген "с" — пеструю. Зеленую самку скрещивают с пестрым самцом. Каковы генотипы родителей и потомства? Какова вероятность появления среди птенцов зеленых самцов?

Ответ: Р: $\varnothing X^C Y$ X $\text{♂ } X^c X^c$

↓
F₁: $\varnothing X^C Y$; $\text{♂ } X^c X^c$
 пестрые зеленые

Среди F₁ все птенцы мужского пола зеленые (100%).

СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ. КРОССИНГОВЕР

Задача № 41. Гены СЕ сцеплены, кроссинговер между ними составляет 30%. Определите, сколько появится в потомстве дигетерозиготы

$\frac{CE}{ce}$ при ее самоопылении форм $сее$ и $C^{e}e$?

Ответ: $сее$ — 1/16; $C^{e}e$ — 3/16 (30%).

Задача № 42. У дрозофилы ген окраски тела и ген длины крыльев локализованы в одной хромосоме и наследуются вместе. Расстояние между ними у самки 17 морганид. Причем у самцов между этими генами полное сцепление. Какое потомство можно ожидать от дигетерозиготных самца и самки? Запишите генотипы и фенотипы.

Ответ: у самца два типа гамет (полное сцепление), у самки — четыре, причем 17% (по 8,5%) кроссоверных гамет. Начертите решетку Пеннета и определите генотипы и фенотипы.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ (КОМПЛЕМЕНТАРНОСТЬ)

Задача № 43. Скрещивались между собой два сорта левкоя, один из которых имеет воронковидную форму венчика (ген А), другой — бокаловидную форму (ген В). (Рецессивные аллели в том и другом случае определяют формирование цилиндрической формы венчика.) Все гибридные растения F₁ имели нестандартную форму венчика. Определить фенотипы F₂. Объяснить появление "новообразования" у гибридов F₁ и F₂.

Ответ: фенотипы F₂: 9/16 — нестандартная форма венчика;
3/16 — бокаловидная форма венчика;
3/16 — воронковидная форма венчика;
1/16 — цилиндрическая форма венчика.

"Новообразование" — нестандартная форма венчика — объясняется взаимодействием неаллельных доминантных генов (А и В), каждый из которых в отдельности имеет свое фенотипическое проявление. Генотип "новообразования" АВ. Этот тип взаимодействия называется комплементарностью.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ (ЭПИСТАЗ)

Задача № 44. Ген С контролирует окраску оперения у голубей, а ген I — ген-ингибитор (подавитель гена окраски). При скрещивании белых голубей, имеющих генотип ССII, с белыми голубями (сси) все птенцы F₁ были белыми, а при скрещивании гибридов F₁ между собой во втором поколении произошло расщепление по фенотипу. Записать ход скрещивания. Определить, в каком соотношении произошло расщепление в F₂. Объяснить это расщепление.

Ответ: эпистаз можно сравнивать с полным доминированием. И в этом, и в другом случае наблюдается подавление одного аллеля другим. Однако при эпистазе это аллели разных генов, а при доминировании — аллели одного гена.

Расщепление произошло в соотношении: 13/16 — белых; 3/16 — окрашенных (13:3).

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ (ПОЛИМЕРИЯ)

Задача № 45. Красная окраска лепестков пиона определяется двумя парами генов (C и V). Каждый доминантный ген этих аллелей определяет красную окраску. Определить, в каком соотношении произошло расщепление по фенотипу (интенсивность окраски) у гибридных растений, полученных при скрещивании двух дигетерозиготных растений пиона, объяснить это.

Ответ: расщепление происходит в соотношении: 15 окрашенных к 1 белому. Но из 15 окрашенных 1 будет иметь интенсивно красный цвет, т.к. содержит 4 доминантных гена, 4 будут окрашены несколько светлее, т.к. в их геотипе будет 3 доминантных гена и 1 рецессивный, 6 – еще светлее (с 2 доминантными и 2 рецессивными генами) и 4 еще светлее (с одним доминантным и тремя рецессивными генами), т.е. расщепление будет 1:4:6:4:1.

III. ПРИЛОЖЕНИЕ

ФЕНОТИПИЧЕСКИЙ РАДИКАЛ

В анализе наследования для краткости удобно пользоваться так называемым фенотипическим радикалом, т.е. той частью геотипа организма, которая определяет его фенотип. Например, геотипы $AaVv$ и $AaVv$ будут иметь фенотипический радикал $A\bar{v}$. Поскольку при таком фенотипическом радикале за доминантным аллелем A могут быть скрыты аллели A и a , обычно в радикале после A ставят тире ($A\bar{\quad}$). В то же время фенотипический радикал v говорит о том, что вторым аллелем может быть тоже только рецессивный аллель v . Поэтому в радикал можно вписать и этот аллель – v . Подставляя в фенотипический радикал на место прочерка разные аллели, можно получить все геотипы, которые соответствуют этому радикалу. Так, радикалу $aaV\bar{\quad}$ соответствуют геотипы $aaVV$ и $aaVv$.

Пользуясь фенотипическими радикалами, можно без решетки Пеннета выписать расщепление в потомстве любого гибрида. Сделаем это для анализирующего скрещивания. Гибрид $AaVv$ дает гаметы AV , Av , aV и av . Эти гаметы одновременно являются и фенотипическими радикалами гибридов F_2 . Есть простое правило, пользуясь которым можно определить частоту встречаемости тех или иных фенотипов в F_2 . Фенотип, который в фенотипическом радикале не имеет ни одного доминантного гена (например, $aa\bar{v}$), имеет частоту, равную единице. Для фенотипов, имеющих доминантные гены в фенотипическом радикале, коэффициент будет равен трем, возведенным в степень, равную числу доминантных генов. Например, для радикала $A\bar{v}$ коэффициент будет равен $3^1 = 3$, для $A\bar{V}$ – соответственно $3^2 = 9$ и т.п.

Теперь можно выписать расщепление по фенотипу в F_2 с помощью фенотипических радикалов: $9A\bar{V}$, $3A\bar{v}$, $3aV$ и $1a\bar{v}$.

Есть еще одно правило, с помощью которого, используя фенотипические радикалы, можно определить расщепление в потомстве гибрида (в F_2) по геотипу. В F_2 любая гомозиготная форма имеет частоту встречаемости, равную единице, а гетерозигота имеет коэффициент, равный двум, возведенным в степень гетерозиготности. Так, для $Aa\bar{v}$ коэффициент = 1, для $AaVv$ – $2^1 = 2$, для $AaVv$ – $2^2 = 4$ и т.п.

Воспользовавшись перечисленными правилами, напишем таблицу расщепления F_2 по фенотипу и геотипу.

Фенотипический радикал	9A ⁻ B ⁻	3A ⁻ vv	3aaB ⁻	1aавв
Фенотипы семян	Желтые гладкие	Желтые морщинистые	Зеленые гладкие	Зеленые морщинистые
Генотипы семян	1AABB 2AaBB 2AABv 4AaBv	1AAbb 2Aabb	1aaBB 2aaBv	1aавв

ДОМИНИРОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ

1. Полное доминирование

Доминантный признак	Рецессивный признак
---------------------	---------------------

Горох посевной

- | | |
|------------------------------|-------------------------------|
| 1. Желтая окраска семян | Зеленая окраска семян |
| 2. Гладкая поверхность семян | Морщинистая поверхность семян |
| 3. Красная окраска венчика | Белая окраска венчика |
| 4. Пазушный цветок | Верхушечный цветок |
| 5. Высокий рост | Карликовый рост |

Фигурная тыква

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1. Белая окраска плода | Желтая окраска плода |
| 2. Дисквидная форма плода | Шаровидная (круглая) форма |

Томат

- | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1. Шаровидная (круглая) форма плода | Грушевидная форма плода |
| 2. Красная окраска плода | Желтая окраска плода |
| 3. Высокий стебель | Низкий (карликовый) стебель |
| 4. Пурпурный стебель | Зеленый стебель |

Доминантный признак	Рецессивный признак
---------------------	---------------------

Овес

- | | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Раннеспелость | Позднеспелость |
| 2. Нормальный рост | Гигантский рост |
| 3. Иммуность против ржавчины | Неиммуность (поражаемость ржавчиной) |

Дрозофила (плодовая мушка)

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1. Красный цвет глаз | Киноварный цвет глаз |
| 2. Серая окраска тела | Черная окраска тела |
| 3. Нормальные крылья | Звчаточные крылья |
| 4. Нормальные крылья | Закрученные крылья |
| 5. Нормальные крылья | Загнутые крылья |

Морская свинка

- | | |
|---|-------------------------|
| 1. Черная окраска меха | Белая окраска меха |
| 2. Черная окраска меха | Коричневая окраска меха |
| 3. Длинная шерсть | Короткая шерсть |
| 4. Мохнатая, розеточная, вихрастая шерсть | Гладкая шерсть |

Куры

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Наличие гребня | Отсутствие гребня |
| 2. Розовидный гребень | Простой гребень |
| 3. Гороховидный гребень | Простой гребень |
| 4. Оперенные ноги | Неоперенные (голые) ноги |

Кролик

- | | |
|------------------------|---------------------|
| 1. Серая окраска меха | Черная окраска меха |
| 2. Черная окраска меха | Белая окраска меха |
| 3. Мохнатый мех | Гладкий мех |

Доминантный признак	Рецессивный признак
---------------------	---------------------

Лисица

Платиновая окраска меха Серебристая окраска меха

Овца каракульская

Серая окраска меха Черная окраска меха

Мышь

1. Черная окраска шерсти Коричневая окраска шерсти
2. Длинные уши Короткие уши

Рогатый скот

1. Черная окраска шерсти Красная окраска шерсти
2. Комолость (безроговость) Рогатость
3. Белая голова Сплошная окраска шерсти

Человек

1. Темные волосы	Светлые волосы
2. Нервные волосы	Рыжие волосы
3. Нормальная пигментация кожи, волос, глаз	Альбинизм (отсутствие пигментации)
4. Карие глаза	Голубые или серые глаза
5. Большие глаза	Маленькие глаза
6. Толстые губы	Тонкие губы
7. "Римский" нос	Прямой нос
8. Полидактилия (лишние пальцы)	Нормальное число пальцев
9. Короткопалость (брахидактилия)	Нормальная длина пальцев
10. Веснушки на лице	Отсутствие веснушек
11. Низкий рост тела	Нормальный рост тела
12. Нормальный слух	Врожденная глухота
13. Нормальное состояние здоровья	Сахарный диабет
14. Нормальная кожа	Отсутствие потовых желез
15. Резус-положительная кровь	Резус-отрицательная кровь

2. Неполное доминирование

Признаки гомозиготных особей		Признаки гетерозиготных особей
доминантные	рецессивные	промежуточные

Земляника

1. Красный плод	Белый плод	Розовый плод
2. Нормальная чашечка	Листовидная чашечка	Промежуточная чашечка

Душистый горошек

Красный цветок	Белый цветок	Розовый цветок
----------------	--------------	----------------

Львиный зев

1. Красный цветок	Белый цветок	Розовый цветок
2. Широкий лист	Узкий лист	Лист средней ширины

Ночная красавица (мирабилис)

Красный цветок	Белый цветок	Розовый цветок
----------------	--------------	----------------

Куры андалузские

1. Черное оперение	Белое оперение	Голубое оперение
2. Курчавое оперение	Гладкое оперение	Слабокурчавое оперение

Норка

Темный мех	Белый мех	Кохинуровый мех (светлая окраска с черным крестом)
------------	-----------	--

Морская свинка

Темный мех	Белый мех	Полутемный мех
------------	-----------	----------------

Признаки гомозиготных особей		Признак гетерозиготных особей
доминантные	рецессивные	промежуточные

Овцы

Длинные уши	Отсутствие ушей (безухость)	Короткие уши
-------------	-----------------------------	--------------

Крупный рогатый шортгорнский скот

1. Красная шерсть	Белая шерсть	Чалая шерсть
2. Черная шерсть	Белая шерсть	Серо-голубая шерсть

Человек

1. Нормальный гемоглобин	Серповидноклеточная анемия	Часть эритроцитов – серповидные
2. Курчавые волосы	Прямые (гладкие) волосы	Волнистые волосы

Признаки, определяющиеся двумя взаимодействующими генами

Определяются двумя неаллельными доминантными генами (A + B)	Определяются двумя неаллельными рецессивными генами (a + b)	Определяются одним доминантным геном (A + b или a + B)
---	---	--

Дрозофила

Красные глаза	Белые глаза	Ярко-красные глаза
---------------	-------------	--------------------

Мышь

Серая окраска (агути)	Белая окраска	Черная окраска (A + b) или белая окраска (a + B)
-----------------------	---------------	--

Определяются двумя неаллельными доминантными генами (A + B)	Определяются двумя неаллельными рецессивными генами (a + b)	Определяются одним доминантным геном (A + b или a + B)
---	---	--

Норка

Коричневая окраска	Платиновая окраска	Платиновая окраска
--------------------	--------------------	--------------------

Лошадь

Серая (гнедая) масть	Рыжая масть	Воронья масть
----------------------	-------------	---------------

Куры

Белое оперение	Белое оперение	Белое (A + b) или окрашенное оперение (a + B)
----------------	----------------	---

Куры-виандот

Ореховидный гребень	Простой (листовидный гребень)	Розовидный (A + b) или гороховидный (a + B) гребень
---------------------	-------------------------------	---

Кукуруза

Пурпуровые семена	Белые семена	Белые семена
-------------------	--------------	--------------

Душистый горошек

Пурпуровые цветы	Белые цветы	Белые цветы
------------------	-------------	-------------

Лук

Красная луковица	Бесцветная (белая) луковица	Желтая луковица
------------------	-----------------------------	-----------------

Пшеница

Красные зерна	Белые зерна	Промежуточная окраска зерна
---------------	-------------	-----------------------------

Признаки, сцепленные с полом (наследуются через X-хромосомы)

Доминантный признак	Рецессивный признак
---------------------	---------------------

Человек

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| 1. Нормальная свертываемость крови | Гемофилия |
| 2. Нормальное зрение | Дальтонизм |
| 3. Нормальное развитие потовых желез | Отсутствие потовых желез |

Дрозофила

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1. Серая окраска тела | Желтая окраска тела |
| 2. Красный цвет глаз | Белый цвет глаз |

Тутовый шелкопряд

- | | |
|------------|-------------|
| Белое яйцо | Черное яйцо |
|------------|-------------|

Кошка

- | | |
|-----------------------|---|
| Черная окраска шерсти | Желтая окраска шерсти, у гибридов – пестрая (черепаховая, тигровая окраска) |
|-----------------------|---|

Наследование некоторых сцепленных с аутосомами признаков человека

Признак	Характер наследования	
	доминантный	рецессивный

- | | |
|--------|--|
| Волосы | Белый локон
"Шерстистость" |
| Зрение | Сумеречная гемералопия
Астигматизм |
| Язык | Способность свертываться
в трубочку |

Признак	Характер наследования	
	доминантный	рецессивный

- | | | |
|------|--|---|
| Вкус | | Способность воспринимать вкус фенилтиокарбамида |
|------|--|---|

- | | | |
|---------|--------------|--|
| Челюсть | Габсбургская | |
|---------|--------------|--|

- | | | |
|-------------|--|-------------|
| Слух и речь | | Глухонемота |
|-------------|--|-------------|

- | | | |
|-------|----------|--|
| Ногти | Анонихия | |
|-------|----------|--|

- | | | |
|--------|--|--|
| Пальцы | Арахнодактилия (синдром Марфана)
Брахидактилия
Полидактилия
Синдактилия | |
|--------|--|--|

- | | | |
|------|----------------------------------|--|
| Рост | Ахондропластическая карликовость | |
|------|----------------------------------|--|

- | | | |
|----------------------------------|--|---|
| Обмен веществ:
аминокислотный | | Альбинизм
Фенилкетонурия |
| углеводный | | Галактоземия
Мукополисахаридозы (гаргонтилизм) |
| липидный | | Амавротическая семейная идиотия (болезнь Тея-Сакса) |

- | | | |
|-----------------------------|-----------------|--|
| Злокачественные заболевания | Нейрофиброматоз | Глиома сетчатки глаза
Врожденный ихтиоз |
|-----------------------------|-----------------|--|

РЕШЕТКИ ПЕННЕТА ДЛЯ ГЕНОТИПОВ ГИБРИДОВ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ (F₂)

1. Моногибридное скрещивание

Гаметы	A	a
	♂	
♀	AA	Aa
	Aa	aa

2. Дигибридное скрещивание

Гаметы	AB	Ab	aB	ab
	♂			
♀	AABB	AABb	AaBB	Aabb
	AaBb	AaBb	Aabb	aaBb
	AaBb	Aabb	aaBb	aaBb
	Aabb	Aabb	aaBb	aabb

3. Тригибридное скрещивание

Гаметы	ABV	Abv	ABv	AbV	abV	ABv	AbV	abv
	♂							
♀	AABbVV	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv
	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv
	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv
	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv
	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv
	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv
	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv
	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv	AABbVv

Обозначения, принятые в родословных схемах

- Мужчина
- Женщина
- Пол не выяснен
- Затронуты
- болезнью
- Гетерозиготный носитель рецессивного гена
- Рано умер
- Брак
- Брак без детей
- Брак мужчины с двумя женщинами
- Однополые и разнополые близнецы
- 4-ый мальчик
- 2-я больная девочка
- 3-ий рано умерший ребенок
- Родители
- Дети и порядок их рождения
- Пробанд

СОДЕРЖАНИЕ

I. Типовые задачи и их решение	
1. Моногибридное скрещивание	4
2. Дигибридное скрещивание	9
3. Задачи на группы крови	14
4. Наследование признаков, сцепленных с полом	16
5. Сцепленное с полом наследование	17
6. Сцепленное наследование (явление сцепления признаков и кроссинговер)	22
7. Взаимодействие неаллельных генов	27
II. Задачи для самоконтроля (с ответами)	34
III. Приложение	39

Охраняется законом об авторском праве. Воспроизведение всего пособия или любой его части, а также реализация тиража запрещаются без письменного разрешения издателя. Любые попытки нарушения закона будут преследоваться в судебном порядке.

Приглашаем к сотрудничеству учителей, методистов и других специалистов в области образования для поиска и рекомендаций к публикации интересных материалов, разработок, проектов по учебной и воспитательной работе. Издательство «Учитель» выплачивает вознаграждение за работу по поиску материала. Издательство также приглашает к сотрудничеству авторов и гарантирует им выплату гонораров за предоставленные работы.

E-mail: metod-uch@bk.ru

Телефон: (8442) 45-41-43; 66-17-39

Подробности см. на сайте издательства «Учитель»: www.uchitel-izd.ru

БИОЛОГИЯ для поступающих в вузы (способы решения задач по генетике)

Составитель Нелли Митрофановна Киреева

Ответственные за выпуск
Л. Е. Гринин, А. В. Перепёлкина
Редактор **Л. Н. Ситникова**

Издательство «Учитель»
400067, Волгоград, п/о 67, а/я 32

Подписано в печать 25.12.07. Формат 60x84/16.
Бумага газетная. Гарнитура Тип Таймс.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,02. Тираж 3000 экз. Заказ 2015.
Отпечатано с готового оригинал-макета в ОАО «Калачевская типография»
404507, Волгоградская обл., г. Калач-на-Дону, ул. Кравченко, 7.

УВАЖАЕМЫЙ ПОКУПАТЕЛЬ!

Наше издательство успешно работает на российском книжном рынке уже семнадцатый год. За это время миллионы учащихся, родителей, учителей и людей самых разных возрастов и профессий воспользовались нашими услугами. Мы предоставляем возможность заказать книги по почте. Оплата заказанных книг производится только после их получения на почте (наложенный платеж), поэтому наши клиенты нам доверяют.

Наш каталог включает в себя полторы тысячи названий книг и брошюр нашего и целого ряда московских издательств. Помимо методической литературы для учителей и учебных пособий для школьников всех классов и абитуриентов, есть также пособия для малышей, студентов, родителей. Для администрации школ, учителей и учащихся мы выпускаем также компакт-диски, которые включают в себя материал нескольких книг.

Ниже мы помещаем содержание нашего информационного проспекта (каталога).

- Серия «В помощь администрации школы»
- Серия «Воспитание в школе»
- Серия «Новое в преподавании в школе»
- Серия «Профильное образование»
- Пособия для преподавателей 1–11 кл.
- Справочные, методические пособия
- Поурочные планы и тематическое планирование
- Предметные недели в школе
- Нетрадиционные уроки в школе
- Психология и логопедия
- Дидактический материал
- В помощь классному руководителю
- Серия «Общешкольные мероприятия»
- Внеклассная работа в начальной и средней школе
- Серия «В помощь воспитателям и вожатым»
- Серия «Летний отдых»

Дошкольник

Пособия для учащихся начальной школы

Пособия для учащихся 5–8 кл.:

Решение задач и выполнение заданий из школьных учебников

Для учащихся 9–11 кл. и поступающих в вузы:

Серия «Готовимся к Единому Государственному Экзамену»

Серия «Сам себе репетитор»; серия «Как поступить в вуз»

Серия «Весь школьный курс в вопросах и ответах»

Серия «Тренажеры. Тесты. Самоучители»

Пособия для студентов вузов

Медицина: серия «Если ты заболел»

Тема «Школа развития памяти и воображения»

Серия «Домашние хлопоты»; тема «Родители и дети»; тема «Мир занятий и увлечений»

СХЕМА ПРОЕЗДА

к издательству «Учитель» в г. Волгограде
(Кировский район)



Пишите нам по адресу:
400067, г. Волгоград, п/о 67, а/я 32,
издательство «Учитель».

Если Вас интересует продукция нашего издательства, Вы можете написать нам и бесплатно получить полный каталог (информационный проспект). Кроме того, Вы получите право на определенную скидку, поскольку будете сразу считаться нашими клиентами.

Код (8442). Тел. 42-24-79, 42-20-63.

Заказ можно сделать также по электронной почте. Для этого сообщите номера нужных Вам пособий и свой адрес.

Скидки сохраняются.

E-mail: uchitel@avtlg.ru

По вопросам оптовых поставок обращаться по тел.: 42-70-46, 42-57-92, 42-11-58, 42-70-32, 42-70-43, 44-85-53.

Представительство в г. Москве:

ул. Басовская, д. 6.

Тел./факс: 8 (095) 788-39-19.

E-mail: uchitel-mosk@westmail.ru

Смотрите информацию о нас на сайте:

WWW.uchitel-tzd.ru

46

