

МЯКШИНА АНЖЕЛИКА ОЛЕГОВНА

ГЕНЕТИКА В ЗАДАЧАХ

Учебно-методическое пособие

Северодвинск
2015

УДК 372.857
ББК 74.26
М 991

Автор-составитель:

Мякшина Анжелика Олеговна, учитель биологии высшей квалификационной категории муниципального автономного общеобразовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа № 6 с углубленным изучением иностранных языков» г. Северодвинска Архангельской области

Рецензенты:

Безручко Галина Витальевна, учитель биологии высшей квалификационной категории муниципального бюджетного образовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа № 13» г. Северодвинска Архангельской области

Кичева Наталья Ростиславовна, руководитель городского профессионального объединения учителей биологии, учитель биологии высшей квалификационной категории муниципального бюджетного образовательного учреждения «Средняя общеобразовательная школа № 29» г. Северодвинска Архангельской области

Мякшина А.О.

М 991 **Генетика в задачах:** учебно-методическое пособие. – Северодвинск: «Перспективы», 2015. – 36 с.

Настоящее пособие содержит 132 генетические задачи. В сборнике в краткой форме содержится информация по основным разделам общей генетики, рассмотрены основные типы генетических задач. Пособие предназначено для школьников старших классов, абитуриентов вузов, в которых биология является одной из ведущих дисциплин, а также для учителей биологии. Сборник может использоваться выпускниками общеобразовательных учреждений для самостоятельной подготовки раздела «Генетика» к ЕГЭ.

УДК 372.857
ББК 74.26

© Мякшина А.О., 2015
© ООО «Перспективы», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Раздел I. Молекулярная генетика	6
Раздел II. Законы Г. Менделя	10
Раздел III. Неполное доминирование	14
Раздел IV. Наследование группы крови человека в системе АВО	16
Раздел V. Наследование признаков, сцепленных с полом	17
Раздел VI. Явление сцепления признаков и кроссинговер	18
Раздел VII. Взаимодействие неаллельных генов	20
Раздел VIII. Генетические процессы в популяциях	22
Раздел IX. Закономерности митоза и мейоза	23
Задачи для самостоятельного решения	27
Занимательные генетические задачи	29
Словарь генетических терминов	31
Литература	35

ВВЕДЕНИЕ

Генетика – одна из ведущих наук современной биологии. Она относится к числу точных наук. Идеи и методы генетики находят применение во всех областях человеческой деятельности, связанной с живыми организмами. В последнее время знание основ общей генетики становится необходимым для все большего круга специалистов различного профиля.

В курсе общей биологии раздел генетики является наиболее трудным для изучения, причем наибольшую сложность представляет решение задач. Использование данного пособия способствует развитию у обучающихся логического мышления, глубокому пониманию учебного материала по данному разделу, лучшему усвоению теоретических и практических основ классической генетики, развитию творческого подхода к решению задач, а также дает возможность учителю-предметнику интенсифицировать процесс обучения и осуществлять эффективный контроль обученности в области генетики.

Наследование любых признаков и свойств в поколениях организмов, передача наследственной информации подчиняются определенным количественным закономерностям. Пользуясь методом генетического анализа и зная генотипы родительских форм, можно предсказывать вероятность появления потомства с определенными признаками и, наоборот, по характеру расщепления гибридов устанавливать генотип родителей.

Опыт преподавания генетики показывает, что для прочного усвоения основных её положений необходимо научиться самостоятельно решать различные типы генетических задач, для этой цели и составлены предлагаемые методические рекомендации.

Общие указания для процесса решения всех задач заключается в следующем:

- а) прочитайте внимательно текст задачи и отметьте, о каких передаваемых по наследству признаках идет речь;
- б) введите буквенные обозначения аллельных генов, ответственных за эти признаки;
- в) выясните из условий задачи все сведения о генотипе родителей и потомков и выразите их генотипическими формулами или хромосомными схемами;
- г) изобразите на схемах все типы гамет, которые образуются у родительских форм, а также все возможные типы зигот, возникающих в результате оплодотворения.

Практика решения задач показывает, что удобнее придерживаться определенных правил записи условий задачи и её решения. Эти правила следующие:

1. Необходимо усвоить буквенную символику, принятую в генетике:

а) генотип матери следует писать в схемах скрещивания слева, а генотип отца справа. Например, в случае моногибридного скрещивания запись будет иметь вид: АА х аа;

б) Р – родители. Родительские организмы, взятые для скрещивания, отличающиеся наследственными признаками;

в) F – дети. Гибридное потомство: F1 – потомство первого поколения, F2 – второго и т.п.;

г) каждая пара генов имеет свои названия, они обозначаются буквами латинского алфавита. Доминантные гены обозначаются прописными буквами, рецессивные –

строчными. Таким образом, генотип гомозиготного организма по одному признаку можно записать как AA или aa, а гетерозиготного – Aa;

д) символ гамет обводится кружком, это не позволит спутать их с обозначением генотипов.

2. Гомозиготна или гетерозиготна форма можно узнать из условия задачи, а иногда это требуется определить, но всегда следует помнить:

а) фенотип по рецессивному признаку или признакам всегда обусловлен гоморецессивным состоянием аллелей и не может быть гетерогенным;

б) не обнаруживается расщепления при скрещивании гомодоминант с гоморецессивной и обязательно обнаруживается, если доминантный фенотип обусловлен гетерогенным генотипом;

в) По характеру расщепления в поколениях можно определить состояние аллелей. Скрещивание моногетерозигот между собой дает расщепление признаков в отношении 3:1. Скрещивание дигетерозигот между собой дает расщепление по фенотипу 9:3:3:1. Скрещивание гетерозигот с гоморецессивной дает расщепление признаков в отношении 1:1 (анализирующее скрещивание). В случае полного доминирования расщепление бывает 1:2:1.

3. Необходимо помнить, что все соматические клетки организма содержат парный, двойной, или диплоидный набор хромосом. Половые же клетки, или гаметы, имеют одинарный, или гаплоидный, набор хромосом. При образовании половых клеток в процессе мейоза гомологичные хромосомы расходятся в разные гаметы. Так, у гетерозиготного организма с генотипом Aa в одну гамету уйдет хромосома с геном A, в другую – хромосома с геном a. Впоследствии во время оплодотворения при слиянии половых клеток снова восстанавливается диплоидный набор.

Содержание приведенных в пособии задач относится к следующим разделам курса генетики: молекулярная биология, законы Г. Менделя, неполное доминирование, наследование признаков, сцепленных с полом, множественные аллели, явление сцепления признаков и кроссинговер, взаимодействие неаллельных генов, генетические процессы в популяциях, закономерности митоза и мейоза. Каждому разделу предшествует пояснительная записка, в которой сообщаются механизмы, необходимые для понимания сути и решения задач.

Для составления пособия использованы сведения из различных источников, список которых приведен в конце сборника, а также из реальных вариантов ЕГЭ и по материалам пособий, рекомендованных ФИПИ для подготовки к ЕГЭ по биологии. Данное пособие адресовано выпускникам основной и старшей школы, абитуриентам, которые готовятся к экзамену по биологии, включая ЕГЭ, для поступления в вузы, а также учителям-предметникам.

Раздел I. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА

Молекулярная генетика исследует процессы, связанные с наследственностью, на молекулярном уровне. Ген – это участок молекулы ДНК, ответственной за формирование какого-то определенного признака. Ген определяет лишь первичную структуру белка. Он управляет формированием специфических белков.

Молекула ДНК – полимер, состоящий из двух цепочек нуклеотидов. Каждый нуклеотид состоит из азотистого основания, моносахарида дезоксирибозы и остатка фосфорной кислоты. Азотистые основания в ДНК бывают четырех типов: аденин (А), тимин (Т), гуанин (Г) и цитозин (Ц).

Между двумя цепочками азотистые основания располагаются строго закономерно: аденин всегда напротив тимина, гуанин – напротив цитозина. Расположение азотистых оснований вдоль цепочки может быть разнообразным, но всегда строго специфичным для конкретного случая.

Место положения каждой аминокислоты в белковой цепи определяется триплетами, т.е. тремя рядом стоящими азотистыми основаниями в одной из цепочек ДНК. Расшифровка кода осуществляется с помощью РНК.

Процесс расшифровки начинается с синтеза и-РНК – это полимер, состоящий из одной цепочки нуклеотидов. В состав ее нуклеотидов входят азотистые основания, моносахарид рибоза и остаток фосфорной кислоты. Азотистых оснований в РНК также четыре: аденин, урацил (У), гуанин, цитозин.

Синтез и-РНК происходит на участке одной из цепочек ДНК, который называется структурным геном. Построение ее осуществляется таким образом, что комплементарные основания РНК встают против соответствующих азотистых оснований ДНК, при этом урацил комплементарен аденину.

Следующий этап расшифровки кода происходит в рибосомах, где осуществляется составление полипептидной цепи из аминокислот, т.е. сам синтез белка.

Здесь уместно напомнить, что если произойдет какая-либо ошибка в считывании триплетов, изменится весь состав белка. Это одна из форм генных мутаций.

Таким образом, зная первичную структуру белка, можно расшифровать строение участка ДНК, кодирующего этот белок, и наоборот, зная строение участка ДНК или изменение в нем, можно предусмотреть строение кодируемого им белка или изменения в нем.

Предлагаемые задачи рассчитаны главным образом на расшифровку структуры белка или обратный анализ с помощью таблицы кодирования аминокислот. Надо иметь в виду, что кодирование аминокислоты может осуществляться несколькими триплетами. Для решения задачи нужно выбрать лишь один (любой) триплет.

Решая задачи на расчет длины гена, делайте пояснения. В конце всех задач не забудьте дать ответ на поставленный вопрос.

Пояснения: средняя молекулярная масса одного аминокислотного остатка принимается за 100 а. е.м. средняя длина одной аминокислоты принимается за 0,34 нм. относительная молекулярная масса одного нуклеотида принимается за 300, расстояние между нуклеотидами в цепи молекулы ДНК (= длина одного нуклеотида) - 0,34 нм.

Биохимический код наследственности

Первый нуклеотид	Второй нуклеотид			
	Ц	Г	У	А
Ц	ЦЦЦ } ЦЦГ } ЦЦА } ЦЦУ } пролин	ЦГЦ } ЦГГ } ЦГА } ЦГУ } аргинин	ЦУЦ } ЦУГ } ЦУУ } ЦУА } лейцин	ЦАЦ } ЦАУ } ЦАГ } ЦАА } гистидин } глутамин
Г	ГЦЦ } ГЦГ } ГЦУ } ГЦА } аланин	ГГЦ } ГГГ } ГГУ } ГГА } глицин	ГУЦ } ГУГ } ГУУ } ГУА } валин	ГАЦ } ГАУ } ГАГ } ГАА } аспарагино } вая к-та } глутамино } вая к-та
У	УЦЦ } УЦГ } УЦУ } УЦА } серин	УГЦ } УГУ } УГГ } УГА } цистеин } триптофан } -----	УУЦ } УУУ } УУА } УУГ } фенил- } аланин } лейцин	УАЦ } УАУ } УАГ } УАА } тирозин } ----- } -----
А	АЦЦ } АЦГ } АЦУ } АЦА } треонин	АГЦ } АГУ } АГГ } АГА } серин } аргинин	АУЦ } АУУ } АУА } АУГ } изолей- } цин } метионин	ААЦ } ААУ } ААГ } ААА } аспарагин } лизин

ЗАДАЧИ

1. Цепочка аминокислот белка рибонуклеазы имеет следующее начало: лизин-глутамин-треонин-аланин-аланин-аланин-лизин... С какой последовательностью нуклеотидов начинается ген, соответствующий этому белку?
2. Участок гена имеет следующее строение: ЦГГЦГЦТЦААААТЦГ. Определите последовательность аминокислот в полипептиде.
3. Как отразится на строение белка удаление из молекулы ДНК: ТЦТЦЦАААААГАТА пятого нуклеотида?
4. Одна из цепочек молекулы ДНК имеет такую последовательность нуклеотидов: АГТАЦЦГАТАЦТЦГАТТТАЦГ... Какую последовательность нуклеотидов имеет вторая цепочка той же молекулы?
5. Укажите порядок нуклеотидов в цепочке ДНК, образующейся путем самокопирования цепочки: ЦАЦЦГТАЦАГААТЦГЦТГАТ....
6. Молекула ДНК распалась на две цепочки. Одна из них имеет строение: ТАГАЦТГГТАЦАЦГТГГТГА... Какое строение будет иметь вторая молекула ДНК?
7. Участок молекулы ДНК, кодирующий часть полипептида, имеет следующее строение: АЦАТАГТЦЦАГГА.... Определите последовательность аминокислот в полипептиде?
8. Определите порядок следования друг за другом аминокислот в участке молекулы белка, если известно, что он кодируется такой последовательностью нуклеотидов ДНК: ТГАТГЦГТТТАТГЦЦ.
9. Полипептид состоит из следующих аминокислот: валин – аланин – глицин – лизин – триптофан – валин – серин – глутаминовая кислота. Определите структуру участка ДНК, кодирующего указанный полипептид.

10. Начальный участок цепи А инсулина представлен следующими пятью аминокислотами: глицин – изолейцин – валин – глутамин – глутамин. Определите структуру участка ДНК, кодирующего эту часть цепи инсулина.

11. Как изменится структура белка, если из кодирующего его участка ДНК: ААТАЦАТТТГАААГТЦ удалить пятый и тринадцатый слева нуклеотиды?

12. Какие изменения произойдут в строении белка, если в кодирующем его участке ДНК: ТААЦАААГААЦАААА между 10-м и 11-м нуклеотидами включить цитозин, между 13-м и 14-м – тимин, а на конце прибавить еще один аденин?

13. Начальный участок В инсулина представлен следующими 10 аминокислотами: фенилаланин – валин – аспрагиновая кислота – глутамин – гистидин – лейцин – цистеин – глицин – серин – гистидин. Определите количественные соотношения аденин + тимин и гуанин + цитозин в цепи ДНК, кодирующей этот участок инсулина.

14. Известно, что расстояние между двумя соседними нуклеотидами в спирализованной молекуле ДНК, измеренной вдоль оси спирали, составляет $3,4 \text{ \AA}$ ($34 \times 10^{11} \text{ м}$). Какую длину имеют структурные гены, определяющие молекулу нормального гемоглобина, включающего 287 аминокислот.

15. Какую длину имеет часть молекулы ДНК, кодирующая инсулин быка, если известно, что молекула инсулина быка имеет 51 аминокислоту, а расстояние между двумя соседними нуклеотидами в ДНК равно $3,4 \text{ \AA}$?

16. Белок состоит из 158 аминокислот. Какую длину имеет определяющий его ген, если расстояние между соседними нуклеотидами в спирализованной молекуле ДНК составляет $3,4 \text{ \AA}$?

17. Молекулярная масса белка А равна 50000. Определите длину соответствующего гена, зная при этом, что молекулярный вес одной аминокислоты равен в среднем 100, а расстояние между двумя нуклеотидами в ДНК равно $3,4 \text{ \AA}$?

18. Считая, что средняя относительная молекулярная масса аминокислоты около 100, а нуклеотид – около 300, прикиньте, что тяжелее: белок или его ген?

19. Определить молекулярный вес гена, контролирующего образование белка, состоящего из 400 аминокислот. Известно, что средний молекулярный вес нуклеотида – 300.

20. Нуклеиновая кислота фага имеет относительную массу порядка 10^7 . Сколько, примерно, белков закодировано в ней, если принять, что типичный белок состоит в среднем из 400 мономеров, а молекулярная масса нуклеотида около 300?

21. Участок одной из двух цепей молекулы ДНК содержит 300 нуклеотидов с аденином (А), 100 нуклеотидов с тимином (Т), 150 нуклеотидов с гуанином (Г) и 200 нуклеотидов с цитозином (Ц). Какое число нуклеотидов с А, Т, Г и Ц содержится в двухцепочечной молекуле ДНК? Сколько аминокислот должен содержать белок, кодируемый этим участком молекулы ДНК? Ответ поясните.

22. Известно, что все виды РНК синтезируются на ДНК-матрице. Фрагмент цепи тРНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: УГАГГАЦУЦГЦАУУГАУЦ. Установите фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется данная тРНК, аминокислоту, которую приносит эта тРНК к рибосомам, если её третий триплет является

антикодоном, иРНК, переносящую информацию и последовательность аминокислот в молекуле белка, который кодируется данной молекулой ДНК.

23. Информационная РНК состоит из 327 кодонов. Сколько рибосом (максимум) может входить в состав полисомы, осуществляющей синтез белка с данной и-РНК, если диаметр рибосомы – 300 Å, а интервал между рибосомами – 200Å.

24. В процессе диссимиляции произошло расщепление 7 моль глюкозы, из которых полному расщеплению подверглись только 2 моля. Определить:

1. Сколько моль $C_3H_6O_3$ и CO_2 образовалось?
2. Сколько АТФ синтезировано?
3. Какое количество энергии в них аккумулировано?
4. Сколько моль O_2 израсходовано?

25. В результате диссимиляции в клетках образовалось 5 моль молочной кислоты и 27 моль CO_2 . Определить:

1. Сколько моль глюкозы израсходовано?
2. Сколько из них подверглось полному и неполному расщеплению?
3. Сколько АТФ синтезировано?
4. Сколько O_2 израсходовано?

26. Определите сколько Е аккумулировалось в клетке, если известно, что диссимиляции подверглось 9 моль глюкозы и выделилось 30 молекул CO_2 ?

27. В процессе гликолиза образовалось 42 молекулы ПВК. Какое количество молекул глюкозы подверглось расщеплению и сколько молекул АТФ образовалось при полном окислении ПВК ? Объясните полученные результаты.

28. Земная поверхность получает $2Дж/см^2$ солнечной энергии в минуту. Какое количество глюкозы синтезируется в 1000 листьях одного растения, если средняя площадь одного листа составляет $10 см^2$, длина светового дня – 16 часов, а коэффициент перехода солнечной энергии в энергию химических связей равняется 10%?

Раздел II. ЗАКОНЫ Г. МЕНДЕЛЯ

Ген – это участок ДНК, управляющий формированием какого-то определенного признака. Ядерная ДНК находится в хромосомах, располагаясь линейно, вдоль всей хромосомы. Место положения гена в хромосоме называется локусом.

У каждого вида в клетках находится строго определенное число хромосом. Все они парные. Лишь иногда непарными или неодинаковыми в паре бывают хромосомы, определяющие пол. Их называют половыми хромосомами. Остальные – аутосомы.

Парные хромосомы называют гомологичными. Гены, находящиеся в одних и тех же локусах гомологичных хромосом, образуют аллель и называются аллельными. Они определяют альтернативные (взаимоисключающие) признаки.

Организмы, у которых в гомологичных хромосомах одинаковые гены одного аллеля, называются гомозиготными, у которых разные – гетерозиготными.

Ген, признак которого проявляется в гетерозиготном состоянии, называется доминантным, а ген, действие которого подавлено, – рецессивным.

В генетике каждая пара генов имеет свои названия, они обозначаются буквами латинского алфавита.

Доминантные гены обозначаются прописными буквами (А, В, С...), рецессивные – строчными (а, b, с...). Доминантный гомозиготный генотип записывается – АА, рецессивный генотип – аа, гетерозиготный генотип – Аа.

Все соматические клетки организма содержат диплоидный набор хромосом. Гаметы имеют гаплоидный набор хромосом. При образовании половых клеток в процессе мейоза гомологичные хромосомы расходятся в разные гаметы. Так, у гетерозиготного организма с генотипом Аа образуется два типа гамет А и а; у гомозиготных организмов – один тип гамет. Например: АА – гамета А; аа – гамета а.

Задачи оформляются письменно, с полным ответом и схемой скрещивания.

Правила оформления.

- Четкое оформление условия задачи.
- Выписывание генотипа родителей и их потомков в соответствии с указанием, какими они являются. Родители записывают буквой Р. Первой записывается особь женского пола, затем особь мужского пола. Знак скрещивания – х.
- Гаметы, производимые родительскими особями, обводятся в кружок, подписываются под генотипами родителей.
- Полученные гибриды первого или второго поколений обозначаются символами F1 и F2 и т.д. и указываются их фенотипы и генотипы.
- В конце пишется ответ на поставленный вопрос.

Моногибридное скрещивание

Данное скрещивание включает анализ наследования признаков, определяемых лишь одной парой аллельных генов.

ЗАДАЧИ

29. Одна из форм миопатии наследуется как доминантный аутосомный признак. Какова вероятность заболевания детей в семье, где оба родителя страдают этой аномалией, но один из них гомозиготен, а другой гетерозиготен?

30. Фенилкетонурия наследуется как рецессивный признак. У здоровых родителей родился больной ребенок. Какова вероятность того, что следующий ребенок тоже будет страдать фенилкетонурией?

31. Голубоглазый мужчина женился на кареглазой женщине, у отца которой глаза были голубые. Какое потомство можно ожидать от этого брака, если известно, что ген карих глаз доминирует над геном голубых?

32. Миоплегия наследуется по наследству как доминантный признак. Определите вероятность рождения детей с аномалиями в семье, где отец гетерозиготен, а мать не страдает миоплегией.

33. Фенилкетонурия наследуется как рецессивный признак. Какими могут быть дети в семье, где родители гетерозиготны по этому признаку.

34. Болезнь Вильсона наследуется как рецессивный аутосомный признак. Какова вероятность рождения больных детей в семье, где один из супругов страдает анализируемым заболеванием, а другой здоров, здоровы были также его родственники: родители, братья, сестры.

35. Аниридия наследуется как аутосомный доминантный признак. Какова вероятность рождения здоровых детей в семье, где один из родителей страдает аниридией, а другой нормален, если известно, что у больного родители эту аномалию имел только отец.

36. Гипофосфатемия наследуется как аутосомный рецессивный признак. Какова вероятность рождения детей больными в семье, где один из родителей гетерозиготен, а другой гомозиготен по этому признаку.

37. Ахондроплазия передается как доминантный аутосомный признак. В семье, где оба супруга страдают ахондроплазией, родился нормальный ребенок. Какова вероятность того, что следующий ребенок будет тоже нормальным?

38. Мохнатую крольчиху (чистопородность не известна) скрестили с гладкошерстным кроликом. Определите и запишите в генном выражении гибридное потомство, если: а) крольчиха чистопородна, б) крольчиха не чистопородна.

39. У человека праворукость доминирует над леворукостью. Мужчина – левша женился на женщине, лучше владеющей правой рукой. У них родился ребенок – левша. Определите генотипы родителей.

40. У томата круглая форма плода доминирует над овальной. Пыльца растения с круглыми плодами использована для скрещиваний:

1. Круглые × овальные : 156 круглых, 150 овальных

2. Круглые × круглые : 363 круглых, 120 овальных

3. Круглые × круглые : 230 круглых

Каковы генотипы родительских форм и их потомков?

41. К крупного рогатого скота ген безрогости (комолости) доминирует над геном рогатости. Какой результат можно ожидать при скрещивании рогатых коровы и быка? Может ли родиться безрогий теленок?

42. Кожица плодов томата может быть гладкой и опушенной (гладкая кожица – доминантный признак). Какое потомство получится от скрещивания растения с гладкими плодами и растения с опушенными плодами? Какое потомство можно ожидать

от скрещивания гибридов F1 между собой? Какое потомство можно ожидать от скрещивания гибридов F1 с растениями, у которых плоды опушены?

43. В зверосовхозе много рыжих лисиц и один черно-бурый самец. Составьте план, согласно которому можно быстро получить лисят-чернобурок. (рыжая окраска доминирует).

44. Скрещивание коричневых норок (рецессивный признак) с серебристыми приводит к расщеплению: 50% серебристых, 50% коричневых. Какими будут результаты скрещивания серебристых норок, если гомозиготы по доминантному признаку гибнут в эмбриональном состоянии?

45. Платиновая окраска (доминантный признак) меха норки красивее и ценится дороже, чем коричневый мех. Как нужно вести скрещивание, чтобы от коричневой норки и платинового самца в кратчайший срок получить как можно большее платиновое потомство?

46. Две черные самки мыши скрещены с коричневым самцом. От первой самки было получено всего 8 черных и 7 коричневых потомков. От второй – 15 черных. Как наследуется черная и коричневая окраска у мышей? Каковы генотипы родителей?

47. При скрещивании двух аквариумных рыбок гуппи с серым телом получены в одном случае потомки серые и черные, во втором – только серые. Какой ген доминантный? Каковы генотипы родителей и потомков?

Дигибридное скрещивание

Дигибридным называется скрещивание организмов, отличающихся друг от друга по двум парам альтернативных признаков. При решении задач на дигибридное скрещивание действуют те же правила, что на моногибридное.

ЗАДАЧИ

48. У человека глухонмота наследуется как аутосомный рецессивный признак, а подагра – доминантный признак. Оба гена лежат в разных парах хромосом. Определите вероятность рождения глухонемого ребенка с предрасположенностью к подагре у глухонемой матери, но не страдающей подагрой, и мужчины с нормальным слухом и речью, болеющего подагрой, если известно, что тот гетерозиготен по обоим парам генов.

49. Оперенность ног у кур (в противоположность голым) определяется доминантным геном. Гороховидный гребень доминирует над простым. Какими признаками будут обладать гибридные формы, полученные от скрещивания кур с гороховидными гребнями, имеющими оперенные ноги, с голоногими курами, имеющие простые гребни? Предполагается, что исходные животные гомозиготны по обоим упомянутым здесь генам.

50. У крупного рогатого скота ген комолости доминирует над геном рогатости, а ген черного цвета над красным. Обе пары генов не сцеплены, т.е. находятся в разных парах хромосом. Скрещивается гетерозиготный по обоим признакам черный комолый бык с такой же коровой. Какими окажутся телята?

51. У собак черный цвет шерсти доминирует над кофейным, а короткая шерсть над длинной. Обе пары генов находятся в разных хромосомах. Какой процент черных короткошерстных щенков можно ожидать от скрещивания двух особей, гетерозиготных по обоим признакам?

52. У человека некоторые формы близорукости доминируют над нормальным зрением, а цвет карих глаз над голубым. Гены обеих пар находятся в разных хромосомах. Какое потомство можно ожидать от брака гетерозиготного мужчины с женщиной, имеющей голубые глаза и нормальное зрение.

53. У человека имеется две формы глухонемоты, которые определяются рецессивными аутосомными несцепленными генами. Какова вероятность рождения детей глухонемыми в семье, где оба родителя страдают разными формами глухонемоты, а по второй паре генов глухонемоты каждый из них гетерозиготен?

54. В семье, где родители хорошо слышали и имели один прямые волосы, другой вьющиеся, родился глухой ребенок с прямыми волосами. Их второй ребенок хорошо слышал имел вьющиеся волосы. Какова вероятность дальнейшего появления глухих детей с вьющимися волосами в семье, если известно, что ген вьющихся волос доминирует над прямыми, глухота – признак рецессивный, и обе пары генов находятся в разных хромосомах?

55. Темноволосая голубоглазая женщина, гомозиготная по обоим парам признаков, вступила в брак с темноволосым голубоглазым мужчиной, гетерозиготным по первому признаку. Каковы вероятные генотипы детей, рожденных в этом браке?

56. Черный мохнатый кролик, гомозиготный по обоим парам признаков, скрещивается с белой гладкой крольчихой. Определите генотип и фенотип гибридного потомства, если известно, что мохнатость и черная окраска – доминантные признаки.

57. Муж и жена имеют вьющиеся темные волосы. У них родился ребенок с кудрявыми светлыми волосами. Каковы возможные генотипы родителей? (вьющиеся темные волосы – доминантные признаки).

58. Темноволосая кареглазая женщина, гомозиготная по первой паре признаков, вступила в брак со светловолосым кареглазым мужчиной, гетерозиготным по второй паре признаков. Каковы вероятные генотипы и фенотипы потомства?

59. У человека одна из форм близорукости доминирует над нормальным зрением, а карий цвет глаз – над голубым. Голубоглазый близорукий мужчина (его мать имела нормальное зрение) женился на кареглазой женщине с нормальным зрением. От этого брака родились два близоруких ребенка, один кареглазый, другой голубоглазый. Каковы генотипы родителей и детей?

Раздел III. НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ

При неполном доминировании доминантный ген не полностью подавляет действие аллельного гена. У гетерозигот функционирующими оказываются оба гена, поэтому в фенотипе признак выражается в виде промежуточной формы. Закон единообразия первого поколения гибридов при неполном доминировании не теряет своего значения.

Но иногда встречаются парные гены, где ни один из генов не доминирует над другим. Поэтому право учащегося любой ген обозначить большой буквой. Чтобы подчеркнуть, что ген не полностью доминирует, над ним ставится черточка. В таблице записи условий задачи целесообразно внести еще одну графу «генотип».

ЗАДАЧИ

60. В результате скрещивания сортов земляники с красными плодами и белыми плодами в потомстве получают растения с розовыми ягодами. Какое потомство получится от скрещивания между собой гибридных растений земляники, имеющих розовые ягоды?

61. Кохинуровые норки (светлая окраска с черным крестом на спине) получают в результате скрещивания белых норок с темными. Скрещивание между собой белых норок дает белое потомство, а скрещивание между собой темных норок дает темное. Какое потомство получится от скрещивания кохинуровых норок с белыми?

62. Талассемия наследуется как неполностью доминантный аутосомный признак. У гомозигот заболевание заканчивается смертельным исходом в 90-95% случаев, у гетерозигот проходит в относительно легкой форме.

А). Какова вероятность рождения здоровых детей в семье, где один из супругов страдает легкой формой талассемии, а другой нормален в отношении анализируемого признака?

Б). Какова вероятность рождения здоровых детей в семье, где оба родителя страдают легкой формой талассемии?

63. У крупного рогатого скота ген комолости доминирует над рогатостью, а чалая окраска шерсти формируется как промежуточный признак при скрещивании белых и красных животных. Определите вероятность рождения телят похожими на родителей от скрещивания гетерозиготного комолого чалого быка с такой же коровой.

64. Красная окраска ягоды земляники определяется не полностью доминантным геном, белая – его рецессивным аллелем, розовую ягоду имеют гетерозиготы. Форма чашечки у земляники может быть нормальная, определяемая не полностью доминантным геном, и листовидная, определяемая его рецессивным аллелем. У гетерозигот чашечки имеют промежуточную форму между нормальной и листовидной. Обе пары признаков наследуются независимо друг от друга.

А). Определите возможные генотипы и фенотипы потомства, полученного от скрещивания растений, имеющих розовые ягоды и промежуточную по форме чашечку.

Б). Определите возможные фенотипы и генотипы потомства, полученного от скрещивания растения, имеющего розовую ягоду и нормальную чашечку, с растением, имеющим розовую ягоду и листовидную чашечку.

65. У редиса бывают длинные, круглые и овальные корнеплоды. Скрещивание растений с овальными корнеплодами дало 121 растение с длинными, 119 с круглыми и 247 с овальными корнеплодами. Что можно сказать о характере наследования этих признаков и генотипах родительских растений?

Раздел IV. НАСЛЕДОВАНИЕ ГРУПП КРОВИ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ АВО

Группы крови по системе АВО у человека наследуются по типу множественных аллелей и определяются тремя аллелями одного локуса. Гены принято записывать I^A , I^B , и I^0 . в различных сочетаниях генов образуются четыре группы крови: первая с геном $I^0 I^0$, вторая – $I^A I^A$ или $I^A I^0$, третья – $I^B I^B$ или $I^B I^0$, четвертая – $I^A I^B$.

Кроме того, кровь людей отличается по резус-фактору. Резус – положительность определяется доминантным аутосомным геном (D), резус-отрицательность – рецессивным геном (d).

ЗАДАЧИ

66. У матери 1 группа крови, у отца 4 группа. Могут ли дети унаследовать группу крови одного из своих родителей?

67. Мать имеет 4 группу крови, отрицательный резус, отец – 2 группу крови, положительный резус (гетерозиготен по обоим признакам). Определите вероятность рождения ребенка с 3 группой крови и отрицательным резусом.

68. Родители имеют 2 и 3 группы крови. Какие группы крови можно ожидать у их детей?

69. Мать со 2 группой крови имеет ребенка с 1 группой крови. Установите возможные группы крови отца.

70. У мальчика 1 группа крови, а у его сестры 4 группа. Определите группы крови их родителей.

71. У матери 1 группа крови, у отца 3 группа. Могут ли дети унаследовать группу крови матери?

72. В родильном доме перепутали двух мальчиков. Родители одного из них имеют 1 и 2 группы крови, родители другого – 2 и 4 группы. Исследование показало, что дети имеют 1 и 4 группы крови. Определите, кто чей сын.

73. Мать с 3 группой крови и положительным резусом, отец имеет 4 группу крови и отрицательный резус. Определите вероятность рождения ребенка с 3 группой крови и отрицательным резусом, если известно, что мать гетерозиготна по обоим парам признаков.

74. Мать с 3 группой крови и положительным резусом, отец с 4 группой крови и положительным резусом. Какова вероятность рождения детей с 4 группой крови и отрицательным резусом, если родители гетерозиготны по обоим парам генов.

75. В одной семье у кареглазых родителей имеется четверо детей. Двое голубоглазых имеют 1 и 4 группу крови, двое кареглазых – 2 и 3 группы. Определите вероятность рождения следующего ребенка кареглазым с 1 группой крови. Карий цвет глаз доминирует над голубым и обусловлен аутосомным геном.

76. У отца 4 группа крови и отрицательный резус, у матери – 1 группа и положительный резус (гомозигота). Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, возможные группы крови, резус-фактор и генотипы детей. Объясните полученные результаты. Какой закон наследственности проявится в этом случае?

Раздел V. НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, СЦЕПЛЕННЫХ С ПОЛОМ

Сцепленными с полом называются признаки, гены которых расположены не в аутосомах, а в половых хромосомах. Хромосомы, определяющие пол, отличаются одна от другой: X и Y. В них имеются негомологические участки.

Схема решения задач на наследование признаков, сцепленных с полом, иная, чем на аутосомное скрещивание. При анализе признаков, сцепленных с полом, необходимо изменить схему и ввести в запись не только условные обозначения, но и половые хромосомы.

ЗАДАЧИ

77. У человека ген дальтонизма локализован в X-хромосоме. Состояние болезни вызывается рецессивным геном. Девушка, имеющая нормальное зрение, отец которой страдал дальтонизмом, выходит замуж за здорового мужчину. Какое зрение ожидать у детей от этого брака?

78. Классическая гемофилия передается как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак.

А). Мужчина, больной гемофилией, женится на женщине, не имеющей этого заболевания. У них рождаются дочери и сыновья, которые вступают в брак с не страдающими гемофилией лицами. Обнаружится ли у внуков вновь гемофилия, и какова вероятность появления больных детей в семьях дочерей и сыновей?

Б). Мужчина, больной гемофилией, вступает в брак с нормальной женщиной, отец которой страдал гемофилией. Определите вероятность рождения в этой семье здоровых детей.

79. Отец и сын дальтоники, а мать различает цвета нормально. Правильно ли будет сказать, что в этой семье сын унаследовал дальтонизм от отца? Рецессивный ген, вызывающий дальтонизм, локализован в X-хромосоме.

80. Гипертрихоз наследуется как признак, сцепленный с Y-хромосомой. Какова вероятность рождения детей с этой аномалией в семье, где отец обладает гипертрихозом?

81. Известно, что «трехшерстные» кошки – всегда самки. Это обусловлено тем, что гены черного и рыжего цвета шерсти аллельны и находятся в X-хромосоме, но, ни один из них не доминирует, а при сочетании рыжего и черного цвета формируются «трехшерстные» особи.

А). Какова вероятность получения в потомстве трехшерстных котят от скрещивания трехшерстной кошки с черным котом?

Б). Какое потомство можно ожидать от скрещивания черного кота с рыжей кошкой?

В). У пестрой кошки от черного кота четыре котенка, два из них женского пола. Какой они масти?

82. У человека ген нормального слуха (B) доминирует над геном глухоты и находится в аутосоме; ген цветовой слепоты (дальтонизма – d) рецессивный и сцеплен с X-хромосомой. В семье, где мать страдала глухотой, но имела нормальное цветовое зрение, а отец – с нормальным слухом (гомозиготен), дальтоник, родилась девочка с нормальным слухом, но дальтоник. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, дочери, возможные генотипы детей и их соотношение. Какие закономерности наследственности проявляются в данном случае?

Раздел VI. ЯВЛЕНИЕ СЦЕПЛЕНИЯ ПРИЗНАКОВ И КРОССИНГОВЕР

Признаки, гены которых находятся в одной хромосоме, называются сцепленными. Сцепленные признаки в большинстве случаев передаются вместе. Поэтому при скрещивании дигибридов в случае сцепления признаков независимого расщепления каждой пары признаков в отношении 3:1 не происходит.

Вместе сцепленные признаки передаются не всегда. В профазе мейоза происходит конъюгация гомологичных хромосом и кроссинговер. Частота расхождения признаков при кроссинговере прямо пропорциональна расстоянию между генами. Это расстояние принято исчислять в морганидах. Одной морганиде соответствует один процент образования гамет, в которых гомологичные хромосомы обменялись своими участками.

Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом. У человека 23 группы сцепления.

ЗАДАЧИ

83. Дрозофила желтого цвета с очень узкими крыльями и без щетинок скрещена с обычной дрозофилой. Какими будут гибриды и какое потомство получится в результате скрещивания между собой этих гибридов? Известно, что рецессивный ген желтой окраски и доминантный ген узких крыльев находятся во второй хромосоме, а рецессивный ген отсутствия щетинок – в третьей.

84. Материнское растение кукурузы обладает рецессивными признаками окрашенности, морщинистости и крахмалистости зерен. Отцовское же растение гетерозиготно по каждому из этих признаков, так что зерна у него бесцветные, гладкие и восковые. Потомство от этого скрещивания оказалось следующим (округленно в процентах):

Окрашенных морщинистых крахмалистых.....	40
Окрашенных морщинистых восковых.....	9
Окрашенных гладких крахмалистых.....	—
Окрашенных гладких восковых	1
Бесцветных морщинистых крахмалистых.....	1
Бесцветных морщинистых восковых.....	—
Бесцветных гладких крахмалистых.....	9
Бесцветных гладких восковых.....	40

В одной или нескольких хромосомах находятся гены указанных признаков, и наблюдается ли в данном случае явление перекреста?

85. Что можно сказать на основании данных предыдущей задачи о порядке расположения в хромосоме фигурирующих там генов и о расстояниях между ними? При каких условиях возможно образование окрашенных гладких крахмалистых потомков?

86. У человека катаракта (болезнь глаз) и многопалость (полидактилия) вызываются доминантными аллелями двух генов, располагающихся в одной и той же хромосоме. Одна молодая женщина унаследовала катаракту от отца и многопалость – от матери. Ее муж нормален по этим признакам. Сравните (качественно) вероятности того, что их ребенок:

1. будет одновременно страдать обеими аномалиями;
2. будет страдать только какой-нибудь одной из них;
3. будет вполне нормальным. Как изменится ответ, если принять во внимание явление перекреста?

87. У томатов 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 20 морганид. Скрещено гетерозиготное по обоим признакам растение с карликовым, имеющим грушевидные плоды. Какое потомство следует ожидать от этого скрещивания?

88. При скрещивании растения гороха с гладкими семенами и усиками с растением с морщинистыми семенами без усиков все поколение было единообразно и имело гладкие семена и усики. При скрещивании другой пары растений с такими же фенотипами (гороха с гладкими семенами и усиками и гороха с морщинистыми семенами без усиков) в потомстве получили половину растений с гладкими семенами и усиками и половину растений с морщинистыми семенами без усиков. Составьте схему каждого скрещивания. Определите генотипы родителей и потомства. Объясните полученные результаты. Как определяются доминантные признаки в данном случае?

89. У дрозофилы доминантные гены, контролирующие серую окраску тела и развитие щетинок, локализованы в одной хромосоме. Рецессивные аллели этих генов, обуславливающие чёрную окраску тела и отсутствие щетинок, находятся в другой, гомологичной хромосоме. Какое по генотипам и фенотипам потомство, и в каком процентном соотношении можно ожидать от скрещивания дигетерозиготной серой самки, имеющей развитые щетинки, с чёрным самцом, не имеющим щетинок, при условии, что у самки 50% гамет были кроссоверными?

90. У овса доминантными являются признаки раннеспелости и нормального роста. Признаки позднеспелости и гигантизма являются рецессивными. Определите генотипы и фенотипы растений, полученных от скрещивания дигетерозиготного растения с растением раннеспелого сорта, гетерозиготного по этому признаку, но гигантом. Гены роста и сроков спелости сцеплены. Какой генетический закон проявляется в этом случае?

91. У человека катаракта и полидактилия вызываются доминантными аллелями двух генов, расположенных в одной хромосоме. Жена унаследовала эти гены от своих родителей, муж здоров. Будет ли ребенок страдать этими аномалиями?

Раздел VII. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ

В организме одновременно функционируют множество генов из разных аллелей, в том числе и расположенных в разных парах хромосом. Гены воздействуют друг на друга или на уровне ферментов, или на уровне биохимических реакций, что и отражается на формировании фенотипа. Выделяют три типа взаимодействия неаллельных генов: комплементарное, эпистатическое и полимерию.

Комплементарное (дополнительное) действие генов – явление, когда сошедшиеся два неаллельных гена дают новый признак, не похожий на один из тех, которые формируются без взаимодействия. В случае комплементарности возможно расщепление второго поколения в отношении 9:3:3:1; 9:7; 9:6:1.

Эпистаз – подавление действия генов одного аллеля генами другого. Различают доминантный и рецессивный эпистаз. В первом случае геном-подавителем является доминантный ген, во втором – рецессивный. В случае скрещивания при доминантном эпистазе расщепление во втором поколении 13:3 или 12:3:1. При рецессивном эпистазе – 9:3:4.

Полимерия – явление, когда один и тот же признак определяется несколькими аллелями. При этом может наблюдаться усиление проявления признака с увеличением количества таких генов, или кумулятивный эффект. В случае полимерии расщепление во втором поколении в отношении 15:1; 1:4:6:4:1.

ЗАДАЧИ

92. Форма гребня у кур может быть листовидной, гороховидной, розовидной и ореховидной. При скрещивании кур, имеющих ореховидные гребни, потомство получилось со всеми четырьмя формами гребней в отношении: девять ореховидных, три гороховидных, три розовидных, один листовидный. Определите вероятность соотношений фенотипов в потомстве от скрещивания получившихся трех гороховидных особей с тремя розовидными особями.

93. У некоторых пород кур гены А и В в отдельности определяют белую окраску оперения. Окрашенное оперение получается при наличии в генотипе обоих генов (генотипы ААВВ или АаВв). Куры, имеющие генотип аавв, имеют тоже белое оперение.

А). Белую породу кур с генотипом ААвв скрестили с другой белой породой с генотипом ааВВ. Какая окраска оперения будет у гибрида F₁?

Б). С какой окраской оперения следует ожидать потомство от скрещивания особей F₁?

94. У душистого горошка пурпурная окраска цветков обусловлена взаимодействием двух комплементарных доминантных генов А и В. При отсутствии в генотипе любого из них красный пигмент не образуется и растение имеет белые цветки.

А). Определите фенотипы гибридных растений P₁, полученных в результате следующих скрещиваний: ААвв × ааВв; АаВв × АаВв; ААвв × Аавв; Аавв × ааВВ.

Б). Дигетерозиготное растение с пурпурными цветками скрещено с рецессивным по обоим парам аллелей белоцветковым растением. Определить генотип и фенотип полученного потомства.

В). Определить фенотип потомства, получающегося в результате самоопыления растения с пурпурной окраской цветков: гетерозиготного по обоим доминантным генам; гетерозиготного по одному доминантному гену.

95. У овса черная окраска семян определяется доминантным геном А, а серая окраска – доминантным геном В. Ген А эпистатичен по отношению к гену В, последний в его присутствии не проявляется. При отсутствии в заготе обоих доминантных генов проявляется белая окраска семян. При самоопылении растения, выросшего из черного зерна, получены черные, серые и белые зерна в отношении 12:3:1. Определить генотип исходного растения.

96. У пастушьей сумки плоды бывают треугольной и овальной формы. Форма плода определяется двумя парами несцепленных генов. В результате скрещивания двух растений в потомстве оказались особи с треугольными и овальными стручками в соотношении 15 треугольных к одному овальному. Определить генотипы и фенотипы родителей.

Раздел VIII. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОПУЛЯЦИЯХ

Популяционная генетика исследует закономерности распределения генов и генотипов в популяциях. Расчеты ведутся в соответствии с положениями закона Харди-Вайнберга. Этот закон разработан для популяций, отвечающих следующим условиям: свободное скрещивание; отсутствие оттока генов за пределы популяции; отсутствие притока генов; равная плодовитость гомозигот и гетерозигот. Такая популяция называется равновесной.

Первое положение закона Харди-Вайнберга гласит: сумма частот генов одного аллеля в данной популяции есть величина постоянная: $p+q=1$ (100%), где p – число доминантных генов аллеля A , q – число рецессивных генов того же аллеля a .

Второе положение закона Харди-Вайнберга: суммачастот генотипов по одному аллелю в данной популяции величина постоянная: $p^2+2pq+q^2=1$, где p^2 – число гомозиготных особей по доминантному гену (генотип AA), $2pq$ – число гетерозигот (генотип Aa), q^2 – число гомозиготных особей по рецессивному гену (генотип aa).

ЗАДАЧИ

97. В популяциях Европы на 20000 человек встречается один альбинос. Определите генотипическую структуру популяции.

98. У крупного рогатого скота породы шортгорн красная масть неполностью доминирует над белой. Гибриды от скрещивания красных с белыми имеют чалую масть. В районе, специализирующемся на разведении шортгорнов, зарегистрировано 4169 красных животных, 3780 чалых и 756 белых. Определить частоту генов красной и белой окраски скота в данном районе.

99. Альбинизм у ржи наследуется как аутосомный рецессивный признак. На обследованном участке 84000 растений обнаружено 210 альбиносов. Определите частоту гена альбинизма у ржи.

100. Алькаптонурия наследуется как аутосомный рецессивный признак. Заболевание встречается с частотой 1:100000. Вычислить количество гетерозигот в популяции.

101. Врожденный вывих бедра наследуется доминантно, средняя пенетрантность 25%. Заболевание встречается с частотой 6:10000. Определите число гомозиготных особей по рецессивному гену.

Раздел IX. ЗАКОНОМЕРНОСТИ МИТОЗА И МЕЙОЗА

Биологическое значение мейоза: благодаря мейозу происходит редукция числа хромосом. Из одной диплоидной клетки образуется 4 гаплоидных.

Благодаря мейозу образуются генетически различные клетки (в том числе - гаметы), т.к. в процессе мейоза трижды происходит рекомбинация генетического материала:

- За счет кроссинговера;
- Случайного и независимого расхождения гомологичных хромосом;
- Случайного и независимого расхождения кроссоверных хроматид.

Первое и второе деление мейоза складываются из тех же фаз, что и митоз, но сущность изменений в наследственном аппарате другая.

Профаза 1. ($2n4c$) Самая продолжительная и сложная фаза мейоза. Состоит из ряда последовательных стадий. Гомологичные хромосомы начинают притягиваться друг к другу сходными участками и конъюгируют.

Конъюгацией, называют процесс тесного сближения гомологичных хромосом. Пару конъюгирующих хромосом называют бивалентом. Биваленты продолжают укорачиваться и утолщаться. Каждый бивалент образован четырьмя хроматидами. Поэтому его называют тетрадой.

Важнейшим событием является кроссинговер – обмен участками хромосом. Кроссинговер приводит к первой во время мейоза рекомбинации генов.

В конце профазы 1 формируется веретено деления, исчезает ядерная оболочка. Биваленты перемещаются в экваториальную плоскость.

Метафаза 1. ($2n; 4c$) Заканчивается формирование веретена деления. Спирализация хромосом максимальна. Биваленты располагаются в плоскости экватора. Причем центромеры гомологичных хромосом обращены к разным полюсам клетки. Расположение бивалентов в экваториальной плоскости равновероятное и случайное, то есть каждая из отцовских и материнских хромосом может быть повернута в сторону того или другого полюса. Это создает предпосылки для второй за время мейоза рекомбинации генов.

Анафаза 1. ($2n; 4c$) К полюсам расходятся целые хромосомы, а не хроматиды, как при митозе. У каждого полюса оказывается половина хромосомного набора. Причем пары хромосом расходятся так, как они располагались в плоскости экватора во время метафазы. В результате возникают самые разнообразные сочетания отцовских и материнских хромосом, происходит вторая рекомбинация генетического материала.

Телофаза 1. ($1n; 2c$) У животных и некоторых растений хроматиды деспирализуются, вокруг них формируется ядерная оболочка. Затем происходит деление цитоплазмы (у животных) или образуется разделяющая клеточная стенка (у растений). У многих растений клетка из анафазы 1 сразу же переходит в профазу 2.

Второе деление мейоза.

Интерфаза 2. ($1n; 2c$) Характерна только для животных клеток. Репликация ДНК не происходит. Вторая стадия мейоза включает также профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

Профаза 2. ($1n; 2c$) Хромосомы спирализуются, ядерная мембрана и ядрышки разрушаются, центриоли, если, они есть, перемещаются к полюсам клетки, формируется веретено деления.

Метафаза 2. ($1n$; $2c$) Формируются метафазная пластинка и веретено деления, нити веретена деления прикрепляются к центромерам.

Анафаза 2. ($2n$; $2c$) Центромеры хромосом делятся, хроматиды становятся самостоятельными хромосомами, и нити веретена деления растягивают их к полюсам клетки. Число хромосом в клетке становится диплоидным, но на каждом полюсе формируется гаплоидный набор. Поскольку в метафазе 2 хроматиды хромосом располагаются в плоскости экватора случайно, в анафазе происходит третья рекомбинация генетического материала клетки.

Телофаза 2. ($1n$; $1c$) Нити веретена деления исчезают, хромосомы деспирализуются, вокруг них восстанавливается ядерная оболочка, делится цитоплазма.

Таким образом, в результате двух последовательных делений мейоза диплоидная клетка дает начало четырем дочерним, генетически различным клеткам с гаплоидным набором хромосом.

ЗАДАЧИ

102. Хромосомный набор соматических клеток цветкового растения N равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках семязачатка перед началом мейоза, в метафазе мейоза 1 и метафазе мейоза 2. Объясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменения числа ДНК и хромосом.

Решение: В соматических клетках 28 хромосом, что соответствует 28 ДНК.

Фазы мейоза	Число хромосом	Количество ДНК
интерфаза 1 ($2n4c$)	28	56
Профаза 1 ($2n4c$)	28	56
Метафаза 1 ($2n4c$)	28	56
Анафаза 1 ($2n4c$)	28	56
Телофаза 1 ($1n2c$)	14	28
Интерфаза 2 ($1n2c$)	14	28
Профаза 2 ($1n2c$)	14	28
Метафаза 2 ($1n2c$)	14	28
Анафаза 2 ($2n2c$)	28	28
Телофаза 2 ($1n1c$)	14	14

Перед началом мейоза количество ДНК 56, так как оно удвоилось, а число хромосом не изменилось их 28.

В метафазе мейоза 1 количество ДНК 56, число хромосом 28, гомологичные хромосомы попарно располагаются над и под плоскостью экватора, веретено деления сформировано.

В метафазе мейоза 2 количество ДНК 28, хромосом 14, так как после редукционного деления мейоза 1 число хромосом и ДНК уменьшилось в 2 раза, хромосомы располагаются в плоскости экватора, веретено деления сформировано.

103. Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетках семязачатка перед началом мей-

оза, в анафазе мейоза I и анафазе мейоза II. Объясните, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменения числа ДНК и хромосом.

104. Для соматической клетки животного характерен диплоидный набор хромосом. Определите хромосомный набор (n) и число молекул ДНК (c) в клетке в профазе мейоза I и метафазе мейоза II. Объясните результаты в каждом случае.

105. Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в клетке семязачатка в конце мейоза I и мейоза II. Объясните результаты в каждом случае.

106. Хромосомный набор соматических клеток крыжовника равен 16. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в телофазе мейоза I и анафазе мейоза II. Объясните результаты в каждом случае.

107. В соматических клетках дрозофилы содержится 8 хромосом. Определите, какое число хромосом и молекул ДНК содержится при гаметогенезе в ядрах перед делением в интерфазе и в конце телофазы мейоза I.

108. Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в ядре (клетке) семязачатка перед началом мейоза I и мейоза II. Объясните результаты в каждом случае.

109. Хромосомный набор соматических клеток пшеницы равен 28. Определите хромосомный набор и число молекул ДНК в ядре (клетке) семязачатка перед началом мейоза I и в метафазе мейоза I. Объясните результаты в каждом случае.

110. В соматических клетках дрозофилы содержится 8 хромосом. Определите, какое число хромосом и молекул ДНК содержится при гаметогенезе в ядрах перед делением в интерфазу и в конце телофазы мейоза I. Объясните, как образуется такое число хромосом и молекул ДНК.

1) Перед началом деления – число хромосом = 8, число молекул ДНК = 16 ($2n4c$); в конце телофазы мейоза I – число хромосом = 4, число молекул ДНК = 8.

2) Перед началом деления молекулы ДНК удваиваются, но число хромосом не изменяется, потому что каждая хромосома становится двуххроматидной (состоит из двух сестринских хроматид).

3) Мейоз – редукционное деление, поэтому число хромосом и молекул ДНК уменьшается вдвое.

111. У крупного рогатого скота в соматических клетках 60 хромосом. Каково будет число хромосом и молекул ДНК в клетках семенников в интерфазе перед началом деления и после деления мейоза I.

1) В интерфазе перед началом деления: хромосом – 60, молекул ДНК – 120; после мейоза I – хромосом – 30, ДНК – 60.

2) Перед началом деления молекулы ДНК удваиваются, их число увеличивается, а число хромосом не изменяется – 60, каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид.

3) Мейоз I – редукционное деление, поэтому число хромосом и молекул ДНК уменьшается в 2 раза.

112. Какой хромосомный набор характерен для клеток пыльцевого зерна и спермиев сосны? Объясните, из каких исходных клеток и в результате какого деления образуются эти клетки.

- 1) клетки пыльцевого зерна сосны и спермии имеют гаплоидный набор хромосом – n ;
- 2) клетки пыльцевого зерна сосны развиваются из гаплоидных спор МИТОЗОМ;
- 3) спермии сосны развиваются из пыльцевого зерна (генеративной клетки) МИТОЗОМ.

ВОПРОСЫ:

1. Что такое диплоидный набор хромосом? (Двойной набор хромосом, характерен для соматических клеток).
2. Что такое гаплоидный набор хромосом? (Одинарный набор хромосом, характерен для половых клеток).
3. Какой набор хромосом и ДНК в пресинтетический период интерфазы? (2п2с).
4. Какой набор хромосом и ДНК в постсинтетический период интерфазы? (2п4с).
5. Какой набор хромосом и ДНК в профазе и метафазе митоза? (2п4с).
6. Какой набор хромосом и ДНК в анафазе митоза? (4п4с).
7. Какой набор хромосом и ДНК в телофазе митоза? (2п2с).
8. Сколько молекул ДНК в ядре соматической клетки человека перед митозом? (92 молекулы).
9. Сколько молекул ДНК в ядре соматической клетки после митоза? (46).
10. Как называются хромосомы в интерфазный период? (Хроматин).

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Найти молекулярную массу и длину первичной структуры белка лизоцима (антибиотик слюны и слез), если известно, что в его состав входит 129 аминокислотных остатков.
2. Миозин (один из сократительных белков мышечной ткани) имеет молекулу, длина первичной структуры которой составляет 1570 нм. Определите его молекулярную массу.
3. На фрагменте одной нити ДНК нуклеотиды расположены в последовательности: ААГТЦТАЦГТАТ. Определите процентное содержание всех нуклеотидов в этом гене и его длину.
4. В молекуле ДНК на долю цитидиловых нуклеотидов приходится 18%. Определите процентное содержание других нуклеотидов в этой ДНК.
5. У человека ген длинных ресниц доминирует над геном коротких ресниц. Женщины с длинными ресницами, у отца которой были короткие ресницы, вышла замуж за мужчину с короткими ресницами. Какова вероятность рождения (%) в этой семье ребенка с длинными ресницами?
6. У собак черный цвет шерсти доминирует над коричневым. От скрещивания черной самки с коричневым самцом было получено 4 черных и 3 коричневых щенка. Определите генотипы родителей и потомства.
7. У человека нос с горбинкой (А) и полные губы (В) – доминантные признаки, а прямой нос и тонкие губы – рецессивные. Мужчина, имеющий нос с горбинкой и тонкие губы, мать которого имела прямой нос и полные губы, женился на женщине с прямым носом и тонкими губами. Определите генотипы родителей и возможные генотипы и фенотипы потомков. С какой вероятностью в этой семье могут родиться дети с полными губами? В соответствии с каким законом происходит наследование данных признаков?
8. Скрещены мыши, самец и самка имели черную длинную шерсть. В потомстве были коричневые длинношерстные и черные короткошерстные. Определите генотипы родителей? Какие фенотипы могли бы еще появиться в F1?
9. Отсутствие потовых желез наследуется как рецессивный признак, сцепленных с X-хромосомой. Здоровый юноша женится на девушке, отец которой лишен потовых желез, а мать и ее предки здоровы. Какова вероятность рождения у них больных детей?
10. У человека рецессивный ген нормального строения зубной эмали локализован в X-хромосоме. Люди часто характеризуются гипоплазией эмали (тонкая зернистая эмаль, зубы светло-бурого цвета). Гомозиготная женщина с гипоплазией эмали вышла замуж за мужчину с нормальной зубной эмалью. Определите вероятные фенотипы детей от этого брака.
11. Женщина с III группой крови возбудила дело о взыскании алиментов с мужчины, имеющего I группу, утверждая, что он отец ребенка. У ребенка I группа. Какое решение должен вынести суд?

12. Окраска цветов душистого горошка в красный цвет обусловлена двумя парами генов. Если хотя бы одна пара находится в рецессивном состоянии, то окраска не развивается. Одновременное присутствие в генотипе обоих доминантных генов вызывает развитие окраски. Каков генотип растений с белыми цветами, если при их скрещивании друг с другом все растения получились красного цвета?

13. У дрозофилы доминантный ген красной окраски глаз (W) и рецессивный ген белой окраски (w) находятся в X-хромосомах. Белоглазая самка скрещивалась с красноглазым самцом. Какой цвет глаз будет у самцов и самок в первом и втором поколении?

14. Классическая гемофилия и дальтонизм наследуются как рецессивные признаки, сцепленные с X-хромосомой. Расстояние между генами определено в 9,8 М.

А) Девушка, отец которой страдает одновременно гемофилией и дальтонизмом, а мать здорова и происходит из благополучной по этим заболеваниям семьи, выходит замуж за здорового мужчину. Определите вероятные фенотипы детей от этого брака.

Б) Женщина, мать которой страдала дальтонизмом, а отец – гемофилией, вступает в брак с мужчиной, страдающим обоими заболеваниями. Определите вероятность рождения детей в этой семье одновременно с обеими аномалиями.

15. У крыс темная окраска шерсти доминирует над светлой, розовый цвет глаз – над красным. Оба признака сцеплены. В лаборатории от скрещивания розовоглазых темношерстных крыс с красноглазыми светлошерстными получено потомство: светлых красноглазых – 24, темных розовоглазых – 26, светлых розовоглазых – 24, темных красноглазых – 25. Определите расстояние между генами.

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

1. «Сказка про драконов»

У исследователя было 4 дракона: огнедышащая и неогнедышащая самки, огнедышащий и неогнедышащий самцы. Для определения способности к огнедышанию у этих драконов им были проведены всевозможные скрещивания:

Огнедышащие родители – всё потомство огнедышащее. Неогнедышащие родители – всё потомство неогнедышащее. Огнедышащий самец и неогнедышащая самка – в потомстве примерно поровну огнедышащих и неогнедышащих дракончиков. Неогнедышащий самец и огнедышащая самка – всё потомство неогнедышащее.

Считая, что признак определяется аутосомным геном, установите доминантный аллель и запишите генотипы родителей.

2. «Консультант фирмы «Коктейль»

Представьте себе, что вы – консультант небольшой фирмы «Коктейль», что в буквальном переводе с английского означает «петушиный хвост». Фирма разводит экзотические породы петухов ради хвостовых перьев, которые охотно закупают владельцы шляпных магазинов во всём мире. Длина перьев определяется геном А (длинные) и а (короткие), цвет: В – чёрные, в – красные, ширина: С – широкие, с – узкие. Гены не сцеплены. На ферме много разных петухов и кур со всеми возможными генотипами, данные о которых занесены в компьютер. В будущем году ожидается повышенный спрос на шляпки с длинными чёрными узкими перьями. Какие скрещивания нужно провести, чтобы получить в потомстве максимальное количество птиц с модными перьями? Скрещивать пары с абсолютно одинаковыми генотипами и фенотипами не стоит.

3. «Контрабандист»

В маленьком государстве Лисляндии вот уже несколько столетий разводят лис. мех идёт на экспорт, а деньги от его продажи составляют основу экономики страны. Особенно ценятся серебристые лисы. Они считаются национальным достоянием, и перевозить через границу строгойше запрещено. Хитроумный контрабандист, хорошо учившийся в школе, хочет обмануть таможеню. Он знает азы генетики и предполагает, что серебристая окраска лис определяется двумя рецессивными аллелями гена окраски шерсти. Лисы с хотя бы одним доминантным аллелем – рыжие. Что нужно сделать, чтобы получить серебристых лис на родине контрабандиста, не нарушив законов Лисляндии?

4. «Расстроится ли свадьба принца Уно?»

Единственный наследный принц Уно собирается вступить в брак с прекрасной принцессой Беатрис. Родители Уно узнали, что в роду Беатрис были случаи гемофилии. Братьев и сестёр у Беатрис нет. У тётки Беатрис растут два сына – здоровые крепыши. Дядя Беатрис целыми днями пропадает на охоте и чувствует себя прекрасно. Второй же дядя умер ещё мальчиком от потери крови, причиной которой стала глубокая царапина. Дяди, тётка и мама Беатрис – дети одних родителей. С какой вероятностью болезнь может передаваться через Беатрис королевскому роду её жениха?

5. «Письмо в генетическую консультацию»

У меня есть сынок Прошенька. Красавец писанный: голубоглазый, светловолосый, кудрявый высокий. Вот его портрет. У нас в семье испокон веков все кудрявые да высокие. Прошенька конечно при такой наружности в артисты пошел. Сейчас его пригласили сниматься в Голливуд. Задумал Проша жениться, да никак не может выбрать из трех невест – все хороши и характером, и внешностью. Он фотографии цветные прислал. Девушки – иностранки, но лишь бы любили моего сына да родили мне внуков, хоть малость похожих на Прошу. Знаю, что часто дети похожи не на родителей, а на бабушку и дедушку, поэтому попросила Прошу про всех написать.

А. Японка Ли – кареглазая, с черными прямыми волосами, невысокого роста. Похожа на всех своих родственников.

Б. Немка Моника – голубоглазая, со светлыми прямыми волосами, маленькая. Ее родители оба кареглазые, с прямыми темными волосами. Отец высокий, мать низкого роста.

В. Англичанка Мэри – зеленоглазая, темноволосая, кудрявая, высокая. Ее отец совсем как Проша: голубоглазый, светловолосый, кудрявый, высокий, мать – зеленоглазая, с прямыми, темными волосами, маленького роста.

Определите, каково вероятность рождения ребенка с признаками Проши: голубые глаза, светлые кудрявые волосы, высокий рост, в каждом из возможных браков.

Прошел год. Женился Проша на Мэри, я ее теперь по-нашему Машенькой зову. Все у них хорошо, неделю назад факс прислали – родился сын! Вот радость-то! Но и в Америке бывают безобразия: в роддоме в первый день его перепутали с ребенком другой пары. Сразу сделали анализ крови и отдали Машеньке ребенка с IV группой крови. Хотя у Проши III группа крови, а у Мэри – II группа. У другого ребенка как раз III группа крови, а у его родителей I и IV группа. Не перепутали ли врачи детей?

Очень беспокоюсь не облысеет ли, не потеряет ли свои кудри Прошенька? У меня в роду никого нет рано облысевших, но вот отец Проши уже давно «совсем блондин», как он сам шутит, хотя его отец до старости был с густой шевелюрой. Какова вероятность раннего облысения у Проши и его сына?

Данные к задаче: карие глаза – А, голубые – а, зеленые – А; темные волосы – В, светлые – в; кудрявые волосы – С, прямые – с; низкий рост – Д, высокий – д, средний – Д; X^L - норма, X^l – раннее облысение; I^{ABO} – группы крови.

СЛОВАРЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

Аллельные гены – гены, расположенные в одинаковых участках (локусах) гомологичных хромосом и определяющие альтернативные варианты развития одного и того же признака.

Анализирующее скрещивание – скрещивание гибридной особи, имеющей доминантный признак, с особью, гомозиготной по рецессивным аллелям, то есть «анализатором».

Аниридия – отсутствие радужной оболочки глаза.

Аутосомы – у живых организмов с хромосомным определением пола называют парные хромосомы, одинаковые у мужских и женских организмов.

Ахондроплазия – генетическое заболевание с нарушением в росте костной ткани.

Близнецовый метод – стратегия исследования, предложенная Ф. Гальтоном в 1875 г. Характеризуется сравнением психологических качеств монозиготных близнецов, имеющих идентичный генный набор, и дизиготных, генотипы которых различны. Данный метод, основанный на предположении, что средовое влияние, оказываемое на близнецов, имеет примерное равенство, предназначен для выявления влияния генотипа и среды на изучаемое психологическое качество. При контроле данного свойства генотипом сходство монозиготных близнецов должно быть большим, чем сходство дизиготных близнецов.

Болезнь Вильсона (болезнь Вильсона-Коновалова) – это заболевание, имеющее наследственную патологию, которая поражает печень и центральную нервную систему в результате нарушения обменных процессов меди в организме. Ободок зрачка жёлто-коричневого цвета, образующийся при болезни Вильсона на радужной оболочке глаз, свидетельствует о серьёзных патологических изменениях.

Гамета – половая клетка (яйцеклетка или сперматозоид).

Гемофилия – редкое наследственное заболевание, связанное с нарушением коагуляции (процессом свёртывания крови); при этом заболевании возникают кровоизлияния в суставы, мышцы и внутренние органы, как спонтанные, так и в результате травмы или хирургического вмешательства.

Ген – структурная и функциональная единица наследственности живых организмов.

Генеалогический метод – заключается в анализе родословных и позволяет определить тип наследования (доминантный, рецессивный, аутосомный или сцепленный с полом) признака, а также его моногенность или полигенность. На основе полученных сведений прогнозируют вероятность проявления изучаемого признака в потомстве, что имеет большое значение для предупреждения наследственных заболеваний.

Генетика – наука о закономерностях наследственности и изменчивости.

Генетический код – система записи наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот чередованием последовательности нуклеотидов.

Генотип – совокупность генов данного организма.

Гетерозигота – диплоидный организм, имеющий альтернативные аллельные гены в гомологичных хромосомах.

Гетерозис – увеличение жизнеспособности гибридов вследствие унаследования определённого набора аллелей различных генов от своих разнородных родителей.

Гибрид – организм, полученный вследствие скрещивания генетически различающихся форм.

Гибридизация – процесс образования или получения гибридов, в основе которого лежит объединение генетического материала разных клеток в одной клетке.

Гипертрихоз – заболевание, проявляющееся в избыточном росте волос, не свойственном данному участку кожи, не соответствующем полу и / или возрасту.

Гипофосфатемия – болезнь, возникающая из-за нарушений всасывания фосфата в кишечнике, повышения его экскреции почками или перехода внутрь клеток.

Гомозигота – диплоидный организм, имеющий идентичные аллельные гены в гомологичных хромосомах.

Группа сцепления – все гены, локализованные в одной хромосоме.

Дальтонизм, цветовая слепота – наследственная, реже приобретённая особенность зрения, выражающаяся в неспособности различать один или несколько цветов и оттенков.

Дигибридное скрещивание – скрещивание форм, отличающихся друг от друга по двум парам изучаемых альтернативных признаков, за которые отвечают две пары аллельных генов.

Доминантный признак – признак, проявляющийся у гибридов первого поколения при скрещивании чистых линий, подавляющий развитие альтернативного признака.

Дрейф генов – явление ненаправленного изменения частот аллельных вариантов генов в популяции, обусловленное случайными статистическими причинами.

Законы Г. Менделя – установленные Г. Менделем закономерности распределения в потомстве наследственных признаков.

1 закон: Закон единообразия гибридов первого поколения – при скрещивании двух гомозиготных организмов, относящихся к разным чистым линиям и отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных проявлений признака, всё первое поколение гибридов (F1) окажется единообразным и будет нести проявление признака одного из родителей.

2 закон: Закон расщепления – при скрещивании гибридов первого поколения между собой среди гибридов второго поколения в определенных соотношениях появляются особи с фенотипами исходных родительских форм и гибридов первого поколения.

3 закон: Закон о независимом наследовании аллелей разных генов – каждая пара альтернативных признаков ведёт себя в ряду поколений независимо друг от друга, в результате чего среди потомков второго поколения в определенном соотношении появляются особи с новыми (по отношению к родительским) комбинациями признаков.

Изменчивость – свойство потомков приобретать отличия от родительских форм.

Инбридинг – скрещивание близкородственных форм в пределах одной популяции организмов (животных или растений).

Кариотип – хромосомный набор клетки или организма.

Катаракта – физиологическое состояние, связанное с помутнением хрусталика глаза и вызывающее различные степени расстройства зрения вплоть до полной его утраты.

Кроссинговер – обмен равными участками гомологичных конъюгирующих хромосом в профазе 1-го деления мейоза, приводящий к перераспределению генов в хромосомах.

Миопелегия – периодические параличи (передается по наследству, наследуется как доминантный признак).

Модификационная изменчивость – изменения в организме, связанные с изменением фенотипа вследствие влияния окружающей среды и носящие, в большинстве случаев, адаптивный характер. Генотип при этом не изменяется.

Моногибридное скрещивание – скрещивание форм, отличающихся друг от друга по одной паре изучаемых альтернативных признаков, за которые отвечает одна пара аллельных генов.

Мутаген – химические и физические факторы, вызывающие наследственные изменения – мутации.

Морганида – расстояние между генами, частота кроссинговера между которыми составляет 1%.

Мутации – стойкое (то есть такое, которое может быть унаследовано потомками данной клетки или организма) преобразование генотипа, происходящее под влиянием внешней или внутренней среды. Термин предложен Хуго де Фризом.

Наследственность – способность организмов передавать свои признаки и особенности развития потомству.

Неполное доминирование – ситуация, в которой ни один ген не является доминирующим. В результате в организме наблюдается влияние обоих генов. Например, растение с генами красных и белых цветков может цвести розовыми.

Норма реакции – способность генотипа формировать в онтогенезе, в зависимости от условий среды, разные фенотипы.

Плейотропия – явление множественного действия гена. Выражается в способности одного гена влиять на несколько фенотипических признаков. Таким образом, новая мутация в гене может оказать влияние на некоторые или все связанные с этим геном признаки.

Полидактилия (многопалость) – анатомическое отклонение в строении кистей и стоп, характеризующееся большим, чем в норме, количеством пальцев на руках или ногах у человека. Противоположным отклонением является олигодактилия. Наследуется как аутосомно-доминантный признак.

Полиплоидия – увеличение числа наборов хромосом в клетках организма, кратное гаплоидному (одинарному) числу хромосом; тип геномной мутации.

Расщепление – появление в потомстве гибрида особей (клеток) разного генотипа или генотипически обусловленное различие потомков по проявлению признака (расщепление по фенотипу).

Рецессивный признак – признак, не проявляющийся у гетерозиготных особей, подавляемый признак.

Сцепление генов – взаимосвязанная передача от клетки к клетке генов, локализованных в одной хромосоме (в одной группе сцепленных генов).

Талассемия – это особое, генетически зависимое заболевание, которое поражает одни из главных структурных единиц крови – эритроциты.

Фенилкетонурия – сложное наследственное заболевание, основная тяжесть проявлений которого сосредоточена, прежде всего, на нервной системе.

Фенотип – совокупность биологических свойств и признаков организма, сложившаяся в процессе его индивидуального развития.

Хромосомные болезни – наследственные заболевания, обусловленные изменением числа или структуры хромосом.

Хромосомные карты – это схема расположения генов в хромосомах.

Цитогенетический метод – используют для изучения нормального кариотипа человека, а также при диагностике наследственных заболеваний, связанных с геномными и хромосомными мутациями.

Чистота гамет (закон чистоты гамет) – закон несмешивания каждой пары в гаметах гибридного организма. В его основе лежит цитологический механизм мейоза – явления, открытого значительно позже, чем Г. Мендель (1865) открыл этот закон.

Чистые линии – генотипически однородное потомство, получаемое исходно от одной самоопыляющейся или самооплодотворяющейся особи с помощью отбора и дальнейшего самоопыления (самооплодотворения).

Эпистаз – тип взаимодействия неаллельных генов, при котором аллели одного гена подавляют проявление аллелей другого гена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Биология. Сборник задач по генетике для подготовки к ЕГЭ. Разноуровневые задания: учебно-методическое пособие / А.А. Кириленко. – Изд. 6-е, перераб. и дополн. – Ростов н/Д: Легион, 2014. – 272 с.
2. Богданова Т.Л., Солодова Е.А. Биология: справочное пособие для старшеклассников и поступающих в ВУЗы. – М.: АСТ-ПРЕСС ШКОЛА, 2002. – 816 с.
3. Генетика в задачах: учебное пособие по курсу биологии / Г.А. Адельшина, Ф.К. Адельшин. – 2-е изд., стереотипн. – М.: Планета, 2011. – 174 с.
4. Дженкинс М. 101 ключевая идея: генетика. – М.: ФАИР-Пресс, 2002. – 239 с.
5. Задачи по генетике: учебно-методическое пособие / сост. М.В. Меньшикова, С.Н. Курицин, А.П. Лавринова. – Архангельск: АО ИППК РО, 2010. – 46 с.
6. Задачи по современной генетике: учебное пособие/ под ред. М.М. Асланяна. – 2-е изд. – М.: КДУ, 2008. – 224 с.
7. Киреева Н.М. Биология для поступающих в ВУЗы. Способы решения задач по генетике. – Волгоград: Учитель, 2003. – 50 с.
8. Молекулярная биология. Сборник разноуровневых заданий для подготовки к ЕГЭ: учебно-методическое пособие / А.А. Кириленко. – Изд.4-е, перераб. и дополн. – Ростов н/Д: Легион, 2014. – 176 с.
9. Петросова Р.А. Основы генетики. Темы школьного курса. – М.: Дрофа, 2004. – 96 с.

МЯКШИНА АНЖЕЛИКА ОЛЕГОВНА

ГЕНЕТИКА В ЗАДАЧАХ

Учебно-методическое пособие

Печатается в авторской редакции

Оригинал-макет выполнен Агентством образовательных инициатив,
прикладных исследований и консалтинга «ПЕРСПЕКТИВЫ»
(<http://perspektivs.ru>)

Подписано в печать 11.11.2015. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офисная.
Усл. печ. л. 2,07. Уч.-изд. л. 1,88. Тираж 50 экз.

Отпечатано в ООО «Перспективы»
164521, г. Северодвинск, ул. Южная, 16 – 59