

ФГБОУ ВО
«Уральский государственный педагогический университет»
Географо-биологический факультет
Кафедра биологии, экологии и методики их преподавания

**Сборник задач по генетике
для студентов
географо-биологического факультета**

Филинкова Т.Н.

Екатеринбург – 2016

УДК 575(075)

ББК Е04р

Ф53

Рекомендовано Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный педагогический университет» в качестве *учебного* издания (Решение № 519 от 19.07.2016)

Ф53 Филинкова, Т.Н.

Сборник задач по генетике для студентов географо-биологического факультета. Учебно-методическое пособие / Т.Н.Филинкова ; ФГБОУ ВО «Урал. гос. пед. ун-т». – Екатеринбург, 2016. – 66 с.

Пособие предназначено для студентов географо-биологического факультета при выполнении лабораторных и практических занятий по генетике. В учебно-методическом пособии представлена основополагающая информация по всем основным разделам генетики и предложены задачи. Сборник содержит задачи на примере растений, животных и человека. Разнообразие задач позволяет обеспечить студентов индивидуальными заданиями.

УДК 575(075)

ББК Е04р

© Филинкова Т.Н, 2016

© ФГБОУ ВПО «УрГПУ», 2016

Содержание

Предисловие.....	4
1. Моногибридное скрещивание.....	5
2. Ди- и полигибридное скрещивание.....	16
3. Наследование признаков, сцепленных с полом.....	25
4. Пенетрантность.....	31
5. Множественный аллелизм.....	34
6. Сцепленное наследование признаков.....	36
7. Взаимодействие неаллельных генов.....	44
8. Генетика популяций.....	50
Вопросы для подготовки к экзамену.....	60
Литература.....	64

Предисловие

Генетика на всех этапах своего развития была и остается довольно трудной для понимания наукой. Решение задач является эффективным методом в преподавании ряда точных наук, в том числе и генетики, являющейся наиболее математизированной областью биологии. Известно, что решение задач развивает самостоятельное абстрактное, в том числе и генетическое мышление у студентов. Кроме того, решение задач иллюстрирует практическую значимость положений генетической теории.

В пособии приведены задачи разной степени трудности, при решении которых необходимы прочные знания не только по генетике, но и по цитологии и биохимии. Четкое знание строения и роли нуклеиновых кислот, хромосом, а также их поведения при митозе, мейозе и оплодотворении является необходимым для правильного понимания закономерностей наследования признаков и свойств организмов. Следует отметить, что при составлении сборника использовались общепринятые генетические термины и обозначения.

Предложенные генетические задачи содержат проблемные ситуации и имеют познавательную привлекательность, что должно сформировать у студентов интерес к генетике, активизировать их творческую деятельность и способствовать развитию навыков самостоятельного решения задач.

Предлагаемый сборник задач обеспечит студентов достаточным учебным материалом для изучения ими основных разделов генетики и, безусловно, поможет им в организации их будущей педагогической деятельности.

1. Моногибридное скрещивание

Моногибридное скрещивание включает анализ наследования признаков определяемых лишь одной парой аллельных генов. Аллельные гены или аллели находятся в одинаковых локусах гомологичных хромосом и определяют альтернативные, т.е. взаимоисключающие признаки. Например, цвет шерсти животного может быть черным и белым. В связи с тем, что в норме в соматических клетках организма гомологичных хромосом всегда по две, то и аллельных гена всегда два. Аллельные гены могут комбинироваться различным образом. Если в обеих гомологичных хромосомах оба аллеля определяют черную масть животного, то организм является доминантной гомозиготой (AA) и образует один тип гамет (A), если оба аллельных гена определяют белую масть, то данный организм называется рецессивной гомозиготой (aa), также будет образовывать один тип гамет (a), если же в одной хромосоме аллель черной масти, а в другой гомологичной хромосоме находится ген, определяющий белый цвет шерсти, то это гетерозиготный организм (Aa), образующий два типа гамет (A, a) в равных количествах.

При скрещивании гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, у всех гибридов первого поколения (F_1) проявится признак одного из родителей, который называется доминантным. Признак, не проявившийся в F_1 , называется рецессивным. Это явление единообразия гибридов первого поколения получило название первого закона Г.Менделя, закона доминирования или единообразия гибридов первого поколения. При скрещивании гетерозиготных особей первого поколения между собой во втором поколении наблюдается расщепление признаков в соотношении 3:1 по фенотипу и 1:2:1 по генотипу.

При полном доминировании доминантная гомозигота

АА и гетерозигота Аа одинаковы по фенотипу. Чтобы выяснить генотип организма с доминантным признаком, проводят анализирующее скрещивание, т.е. скрещивание с рецессивной гомозиготой и исследуют потомство от данного скрещивания. Если анализируемый генотип - доминантная гомозигота, то в потомстве наблюдается единообразие по доминантному признаку, если исследуемая особь является гетерозиготной, то в потомстве будет расщепление 1:1.

Многие признаки у животных наследуются по типу неполного доминирования. При неполном доминировании доминантный ген полностью подавляет действие аллельного гена. Закон единообразия первого поколения при неполном доминировании не теряет своего значения, но при этом расщепление по генотипу и фенотипу совпадают (1:2:1).

Своеобразное расщепление происходит тогда, когда один из признаков является рецессивным леталем, т. е. в гомозиготном состоянии ведет к гибели. Так, цвет шерсти каракульских овец и развитие рубца определяется одним геном. Черный цвет и нормальное развитие рубца - один ген, серый цвет и недоразвитие рубца - другой, аллельный первому. Но серый цвет доминирует над черным, а нормальное развитие рубца - над аномалией. Гомозиготные особи по гену недоразвития рубца и серого цвета погибают. Поэтому при скрещивании гетерозиготных особей (по цвету все они серые) 1/4 потомства (гомозиготные серые) оказывается нежизнеспособной, и в конце концов расщепление происходит в отношении 2:1 - два серых гетерозиготных, один черный.

Плейотропия - явление, при котором один ген обуславливает проявление нескольких признаков. Имеются случаи, когда плейотропный ген является по отношению к одному признаку доминантным, по отношению к другому - рецессивным.

Задачи

1. Иммуность овса к головне доминирует над поражаемостью этой болезнью. Какое потомство получится от скрещивания гомозиготных иммунных особей с растениями, поражаемыми головней? Какое потомство получится от скрещивания гибрида первого поколения с растением, лишенным иммунитета?

2. Плоды томата бывают круглыми и грушевидными. Ген круглой формы доминирует.

Каковы генотипы родительских растений, если в потомстве оказалось круглых и грушевидных плодов поровну?

В парниках овощесовхоза высажена рассада томатов, выращенных из гибридных семян. 31750 кустов этой рассады дали плоды грушевидной формы, а 95250 кустов - круглой формы. Сколько среди них гетерозиготных кустов?

3. У томатов ген, обуславливающий красный цвет плодов, доминирует над геном желтой окраски. Какие по цвету плоды окажутся у растений, полученных от скрещивания гетерозиготных красноплодных растений с желтоплодными?

4. У пшеницы ген карликовости доминирует над геном нормального роста. Каковы генотипы исходных форм, если в потомстве 75% растений оказались карликовыми?

5. Гигантский рост растения овса является рецессивным признаком, нормальный рост - доминантным. Какие растения надо скрестить, чтобы получить однородное по росту потомство?

6. У томатов ген, обуславливающий нормальный рост, доминирует над геном карликовости. Какое потомство можно ожидать от скрещивания гибридов первого поколения между собой?

7. У овса ранняя спелость доминирует над поздней спелостью. На опытном участке от скрещивания позднеспелого овса с гетерозиготным раннеспелым получено 69135 растения раннего созревания. Определите число позднеспелых растений.

8. Ген раннего созревания ячменя доминирует над поздней спелостью. Особи, полученные от скрещивания гомозиготного раннеспелого ячменя с позднеспелым, скрещиваются между собой. Какое будет потомство?

9. Серый цвет тела мухи дрозофилы доминирует над черным.

В серии опытов по скрещиванию серой мухи с черной получено 117 серых особей и 120 черных. Определите генотипы родительских форм.

При скрещивании серых мух в потомстве оказалось 1392 особи серого цвета и 467 особей черного цвета. Определите генотипы родительских форм.

10. При скрещивании мух дрозофил, имеющих нормальные крылья, получено потомство в числе 3565 особей. Среди них мух с нормальными крыльями было только 2673, остальные имели загнутые крылья. Определите генотипы родительских форм.

11. При скрещивании нормальных мух между собой в потомстве 25% особей оказалась с уменьшенными глазами. Их скрестили с нормальными мухами и получили 37 особей с уменьшенными глазами и 39 с нормальными. Определите генотипы скрещиваемых в обоих опытах мух.

12. При скрещивании серых кур с белыми все потомство оказалось серым. В результате второго скрещивания этого серого потомства опять с белыми получено 172 особи, из которых было 85 белых и 87 серых. Каковы генотипы исходных форм и их потомков в обоих скрещиваниях?

13. Ген черной окраски крупного рогатого скота доминирует над геном красной окраски.

Какое потомство можно ожидать от скрещивания гетерозиготных особей крупного рогатого скота?

Какие телята родятся от красного быка и гибридных коров?

14. У крупного рогатого скота ген комолости (безрогости) доминирует над геном рогатости.

Какое потомство можно ожидать от скрещивания рогатого быка с гомозиготными комолыми

коровами?

Какое потомство можно ожидать от скрещивания комолого быка с рогатой коровой, если известно, что в прошлом корова принесла от этого же быка рогатого теленка?

15. У собак черный цвет шерсти доминирует над коричневым цветом. Черная самка несколько раз скрещивалась с коричневым самцом. Всего было получено 15 черных и 13 коричневых щенков. Определите генотипы родителей и потомства.

16. Две черные самки мышей скрещивались с коричневым самцом. Одна самка в нескольких пометах дала 20 черных и 17 коричневых мышат, вторая 33 черных. Определите генотипы родителей и потомков.

17. У морских свинок гладкая шерсть определяется рецессивным геном, всклокоченная шерсть - доминантным.

Скрещивание двух свинок с всклокоченной шерстью дало 36 особей с всклокоченной шерстью и 11 гладких. Сколько среди них гомозиготных особей?

Морская свинка с всклокоченной шерстью при скрещивании с гладкошерстной особью дала 28 всклокоченных и 26 гладких потомков. Определите генотипы родителей и потомства.

18. На звероферме получен приплод в 225 норок. Из них 167 норок имеют коричневый мех и 58 - голубовато-серый. Определите генотипы исходных форм, если известно, что коричневый цвет доминирует над голубовато-серым цветом.

19. Голубоглазый мужчина, родители которого имели карие глаза, женился на кареглазой женщине, у отца которой глаза были голубые, а у матери - карие. Какое потомство можно ожидать от этого брака, если известно, что ген карих глаз доминирует над геном голубых?

20. У человека умение владеть преимущественно правой рукой доминирует над умением владеть преимущественно левой рукой. Мужчина правша, мать которого была левшой, женился на женщине правше, имевшей трех братьев и сестер,

двое из которых являются левшами. Определите возможные генотипы женщины и вероятность того, что дети, родившиеся от этого брака, будут левшами.

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

22. У человека ген, вызывающий одну из форм наследственной глухонемой, рецессивен по отношению к гену нормального слуха.

Какое потомство можно ожидать от брака гетерозиготных родителей?

От брака глухонемой женщины с нормальным мужчиной родился глухонемой ребенок. Определите генотипы родителей.

23. Галактоземия наследуется как аутосомный рецессивный признак. Какова вероятность рождения больных детей в семье, где один из супругов гомозиготен по гену галактоземии, но развитие болезни у него было предотвращено диетой, а второй гетерозиготен по галактоземии?

24. 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 родители, братья и сестры?

25. 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 родителя эту аномалию имел только отец?

26. Детская форма амавротической семейной идиотии (болезнь Тэя - Сакса) наследуется как аутосомный рецессивный признак и заканчивается обычно смертельным исходом к 4 - 5 годам. Первый ребенок в семье умер от анализируемой болезни в то время, когда должен родиться второй. Какова вероятность того, что второй ребенок будет страдать той же болезнью?

27. Альбинизм наследуется у человека как аутосомный рецессивный признак. В семье, где один из супругов альбинос, а другой нормален, родились разнояйцовые близнецы, один из которых нормален в отношении анализируемой болезни, а другой альбинос. Какова вероятность рождения следующего ребенка альбиносом?
28. Парагемофилия наследуется как рецессивный аутосомный признак. Какова вероятность рождения детей с этой аномалией в семье, где оба супруга страдают парагемофилией?
29. Одна из форм агаммаглобулинемии, сочетающаяся с почти полным отсутствием лимфатической ткани, наследуется как аутосомный рецессивный признак. В семье у здоровых родителей родился ребенок с признаками данной формы агаммаглобулинемии. Какова вероятность рождения следующего ребенка здоровым?
30. Поздняя дегенерация роговицы (развивается после 50 лет) наследуется как доминантный аутосомный признак. Определите вероятность возникновения заболевания в семье, о которой известно, что бабушка и дедушка по линии матери и все их родственники, дожившие до 70 лет, страдали указанной аномалией, а по линии отца все предки были здоровы.
31. 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?
32. Отсутствие малых коренных зубов наследуется как доминантный аутосомный признак. Какова вероятность рождения детей с аномалией в семье, где оба родителя гетерозиготны по анализируемому признаку?
33. Слияние нижних молочных резцов наследуется как аутосомный доминантный признак. В одной семье у первенца обнаружили, что нижние резцы срослись. Родители не помнят, была ли у них эта аномалия. Определите возможные генотипы родителей и для каждого варианта их высчитайте вероятность рождения следующего ребенка без аномалии.

34. Синдактилия наследуется как доминантный аутосомный признак. Какова вероятность рождения детей со сросшимися пальцами в семье, где один из родителей гетерозиготен по анализируемому признаку, а другой имеет нормальное строение пальцев?

35. У львиного зева растения с широкими листьями при скрещивании между собой всегда дают потомство с широкими листьями, а растения с узкими листьями - потомство только с узкими листьями. При скрещивании узколистной особи с широколистной возникают растения с листьями промежуточной ширины.

Каким будет потомство от скрещивания двух особей с листьями промежуточной ширины?

Что получится, если скрестить узколистное растение с растением, имеющим листья промежуточной ширины?

36. При скрещивании красноплодной земляники между собой всегда получают красные ягоды, а при скрещивании белой - белые ягоды. В результате скрещивания обоих сортов между собой получают розовые ягоды.

Какое потомство получится при опылении красноплодной земляники пыльцой земляники с розовыми ягодами?

От скрещивания земляники с розовыми ягодами между собой получено потомство, среди которого 15475 кустов оказалось с красными плодами. Какое количество кустов будет похоже на родительские формы?

37. 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 - темное.

Какое потомство получится от скрещивания кохинуровых норок с белыми?

На звероферме от скрещивания кохинуровых норок получено потомство 74 белых, 77 черных и 152 кохинуровых. Сколько особей из них и какие будут

гомозиготными?

38. Цвет волосяного покрова морских свинок зависит от содержания темного пигмента меланина. Белые свинки (альбиносы) при скрещивании между собой дают белое потомство. Темные свинки при скрещивании между собой дают темное потомство. Гибриды альбиносов и темных имеют промежуточную (полутемную) окраску.

Какое потомство будет от скрещивания полутемной свинки с белой?

При скрещивании полутемных морских свинок между собой среди потомства оказалось 23 белых и 20 темных особей. Какое число особей среди остального потомства будет похоже на своих родителей?

39. Одна из форм цистинурии наследуется как аутосомный рецессивный признак. Но у гетерозигот наблюдается лишь повышенное содержание цистина в моче, у гомозигот - образование цистиновых камней в почках.

Определите возможные формы проявления цистинурии у детей в семье, где один супруг страдал этим заболеванием, а другой имел лишь повышенное содержание цистина в моче.

Определите возможные формы проявления цистинурии у детей в семье, где один из супругов страдал почечно - каменной болезнью, а другой был нормален в отношении анализируемого признака.

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

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

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

41. Серповидноклеточная анемия наследуется как

неполностью доминантный аутосомный признак. Гомозиготные особи умирают обычно до полового созревания, гетерозиготные жизнеспособны и устойчивы к малярии.

Какова вероятность рождения детей, устойчивых к малярии, в семье, где один из родителей гетерозиготен в отношении серповидноклеточной анемии, а другой нормален в отношении этого признака?

Какова вероятность рождения детей, неустойчивых к малярии, в семье, где оба родителя устойчивы к этому паразиту?

42. Акаталазия обусловлена редким аутосомным рецессивным геном. У гетерозигот активность каталазы несколько понижена.

У обоих родителей и единственного сына в семье активность каталазы оказалась ниже нормы. Определите вероятность рождения в семье следующего ребенка без аномалии.

Определите вероятные фенотипы детей в семье, где один из супругов страдает акаталазией, а другой имеет лишь пониженную активность каталазы.

43. Семейная гиперхолестеринемия наследуется доминантно через аутосомы. У гетерозигот это заболевание выражается в высоком содержании холестерина в крови, у гомозигот, кроме того, развиваются ксантомы (доброкачественная опухоль) кожи и сухожилий, атеросклероз.

Определите возможную степень развития гиперхолестеринемии у детей в семье, где оба родителя имеют лишь высокое содержание холестерина в крови.

Определите вероятность рождения детей с аномалией и степень ее развития в семье, где один из родителей кроме высокого содержания холестерина в крови имеет развитые ксантомы и атеросклероз, а другой нормален в отношении анализируемого признака.

44. У мексиканского дога ген, вызывающий отсутствие шерсти, в гомозиготном состоянии ведет к гибели потомства. При скрещивании двух нормальных догов

часть потомства погибла. При скрещивании того же самца со второй самкой гибели потомства не было. Однако при скрещивании потомков от этих двух скрещиваний опять наблюдалась гибель щенков. Определите генотипы всех скрещиваемых особей.

45. Линейные карпы отличаются от обычных чешуйчатых тем, что чешуя у них расположена лишь одной полоской. Линейность доминирует над чешуйчатостью. Но при скрещивании чешуйчатых карпов с чешуйчатыми потомство оказывается только чешуйчатым. При скрещивании линейных карпов с линейными в потомстве появляется $1/3$ чешуйчатых и $2/3$ линейных; при этом плодовитость снижается на 25%. Определите генотип чешуйчатых и линейных карпов, дайте характеристику генам.

46. Платиновые лисицы иногда ценятся выше, чем серебристые, что диктуется модой. В это время звероводческие хозяйства стараются получать как можно больше платиновых щенков. Какие пары наиболее выгодно скрещивать для получения платиновых лисиц, если известно, что платиновость и серебристость определяются аллельными аутосомными генами, платиновость доминирует над серебристостью, но в гомозиготном состоянии ген платиновости вызывает гибель зародыша?

47. Из-за сильного укорочения ног одна из пород кур названа ползающими курами. При инкубации 10000 яиц, полученных от скрещивания ползающих кур между собой, вывелось 7498 цыплят, из которых 2482 цыпленка оказались с нормально длинными ногами, остальные - коротконогие. Определите генотипы невылупившихся цыплят, длинноногих и коротконогих кур и дайте характеристику генам.

48. Гетерозиготный бык голштинской породы несет рецессивный ген, вызывающий отсутствие шерсти. В гомозиготном состоянии этот ген ведет к гибели теленка. Определите вероятность рождения нежизнеспособного теленка от скрещивания этого быка с одной из его дочерей от

нормальной коровы.

49. Желтый и серый цвет мышей определяется двумя аллельными аутосомными генами. При скрещивании желтых мышей между собой получено 2386 желтых и 1235 серых. В дальнейшем скрещивались желтые мыши с серыми. Определите соотношение цветовых окрасок в потомстве от второго скрещивания и дайте характеристику генам.

50. В XIX веке была популярной коротконогая порода крупного рогатого скота - декстер. Однако при подсчете потомства от внутривидового скрещивания оказалось, что $1/4$ телят оказывается мертворожденными, а $1/4$ - нормально длинноногие. Определите генотипы коротконогих особей и дайте характеристику генам.

51. У пчел ген, определяющий вислкрылость, проявляется только в гетерозиготном состоянии, а в гомозиготном вызывает гибель организма. Известно, что у пчел самцы развиваются из неоплодотворенных яиц и являются гомозиготными. Определите фенотипы и генотипы потомства от скрещивания вислкрылой пчелы с нормальным трутнем. Определите фенотипы и генотипы самцов - потомков вислкрылых пчел.

52. У некоторых цветковых растений доминантный ген, определяющий красный цвет лепестков, одновременно вызывает красный оттенок стебля и жилок листа. Аллельный ему ген, определяющий белый цвет лепестков, не изменяет окраски стебля и жилок листа - они остаются зелеными. Любитель-цветовод решил обзавестись белолепестковыми цветами из-за их тонкого аромата. В цветочном магазине ему сообщили, что семена по колеру не разобраны, и «чистых» белых нет. Тогда цветовод купил три пакета семян из разных хозяйств и высаял по 1000 штук. Осматривая рассаду, он обнаружил, что семена из первого пакета дали всходы растений только с красноватыми жилками, семена из второго пакета дали $3/4$ растений с красноватыми жилками, из третьего с красноватыми жилками была только половина растений. Определите, какие по фенотипу и генотипу были цветы в каждом хозяйстве.

2. Ди- и полигибридное скрещивание

Грегор Мендель установил, что при скрещивании дигибридов в первом поколении наблюдается единообразие, а во втором поколении происходит расщепление по фенотипу 9:3:3:1, причем, расщепление каждой пары признаков идет независимо друг от друга в отношении 3:1 при условии, что гены каждой из анализируемых пар признаков находятся в разных парах хромосом.

Для определения числа типов гамет можно воспользоваться следующим примером: у свиней белая щетина (А) доминирует над черной (а), а сrostнопалость (В) - над двупалостью (в). Нужно установить, сколько типов гамет дают гомозиготный белый сrostнопалый хряк и гомозиготная черная двупалая свиноматка. При мейозе парные гены разойдутся в разные клетки и в зрелой гамете окажутся два аллеля - по одному от каждой пары. Поскольку животные гомозиготны, все гаметы будут одного типа, т.е. АВ - у белого сrostнопалого хряка и ав - у черной двупалой свиноматки. У дигетерозиготного организма (АаВв) в результате мейоза возникает 4 типа гамет (АВ, Ав, аВ, ав).

При анализе наследования двух пар аллельных генов, в случаях, когда в одной паре проявляется неполное доминирование, расщепление гибридов во втором поколении произойдет в отношении 3:6:3:1:2:1. Если обе пары генов будут проявлять неполное доминирование, то при скрещивании дигибридов произойдет расщепление второго поколения в отношении 1:2:1:2:4:2:1:2:1. При тригибридном скрещивании в F₂ происходит расщепление по фенотипу на восемь классов в отношении 27:9:9:9:3:3:3:1.

Задачи

1. Нормальный рост у овса доминирует над гигантизмом, а

раннеспелость - над позднеспелостью. Гены обоих признаков находятся в разных парах хромосом.

Какими признаками будут обладать гибриды от скрещивания гомозиготных растений позднеспелого овса нормального роста с гигантским раннеспелым?

Какой процент гигантских раннеспелых растений можно ожидать от скрещивания гетерозиготных по обоим признакам растений?

От скрещивания раннеспелых растений нормального роста между собой было получено 22372 растения. Из них гигантских оказалось 5593 растения и столько же позднеспелых. Определите число полученных гигантских растений позднего созревания.

2. Плоды томатов бывают красные и желтые, гладкие и пушистые. Ген красного цвета доминантный, ген пушистости рецессивный. Обе пары находятся в разных хромосомах.

Какое потомство можно ожидать от скрещивания гетерозиготных томатов с красными и гладкими плодами с особью, гомозиготной по обоим рецессивным признакам?

Из собранного в фермерском хозяйстве урожая помидоров оказалось 36 т гладких красных и 12 т красных пушистых. Сколько в собранном урожае будет желтых пушистых помидоров, если исходный материал был гетерозиготным по обоим признакам?

3. При скрещивании гороха, имеющего желтые и гладкие горошины, с таким же растением получилось потомство в соотношении: желтых гладких - три, желтых морщинистых - один. Желтые морщинистые растения вновь скрещивались с желтыми гладкими. В потомстве их произошло расщепление на желтые гладкие и желтые морщинистые в отношении 1:1. Полученные после второго скрещивания желтые морщинистые растения вновь скрещивались с желтыми гладкими. Очередное потомство расщепилось на три желтых гладких, три желтых морщинистых, один зеленый гладкий и один зеленый морщинистый.

Определите генотипы родителей и потомства по всем трем скрещиваниям.

4. Скрещивались две породы тутового шелкопряда, которые отличаются следующими двумя признаками: одна из них дает одноцветных гусениц, плетущих желтые коконы, а другая - полосатых гусениц, плетущих белые коконы. В первом поколении все гусеницы были полосатыми и плели желтые коконы. Во втором поколении получилось следующее расщепление: 6385 полосатых гусениц, плетущих желтые коконы, 2147 - полосатых с белыми коконами, 2099 - одноцветных с желтыми коконами и 691 - одноцветных с белыми коконами. Определите генотипы исходных форм и потомства первого и второго поколений.

5. Черная масть крупного рогатого скота доминирует над рыжей, а белоголовость - над сплошной окраской головы. Какое потомство можно получить от скрещивания гетерозиготного черного быка со сплошной окраской головы с рыжей белоголовой коровой, если последняя гетерозиготна по белоголовости? Гены обоих признаков находятся в разных хромосомах.

6. 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?

В племенном хозяйстве в течение ряда лет скрещивались черные комолые коровы с черным комолым быком. Было получено 896 голов молодняка, из них было 535 телят черных комолых и 161 - красных комолых. Сколько было рогатых телят и какая часть из них красного цвета?

В хозяйстве от 1000 рогатых красных коров получено 984 теленка. Из них красных 472, комолых 483, рогатых 501. Определите генотипы родителей и процент черных телят.

7. 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?

Охотник купил собаку черную с короткой шерстью и хочет быть уверен, что она не несет генов кофейного цвета и длинной шерсти. Какого партнера по фенотипу и генотипу надо подобрать для скрещивания, чтобы проверить генотип купленной собаки?

8. У человека ген карих глаз доминирует над голубыми глазами, а умение владеть преимущественно правой рукой - над леворукостью. Обе пары генов расположены в разных хромосомах.

Какими могут быть дети, если родители их гетерозиготны?

Какими могут быть дети, если отец левша, но гетерозиготен по цвету глаз, а мать голубоглазая, но гетерозиготна в отношении умения владеть руками?

Голубоглазый правша женился на кареглазой правше. У них родились двое детей: кареглазый левша и голубоглазый правша. Определите вероятность рождения в этой семье голубоглазых детей, владеющих преимущественно левой рукой.

9. 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 гетерозиготных по обоим признакам родителей?

Какое потомство можно ожидать от брака гетерозиготного мужчины с женщиной, имеющей голубые глаза и нормальное зрение?

10. Близорукий (доминантный признак) левша (рецессивный признак) вступает в брак с женщиной, нормальной по обоим признакам. Известно, что у обоих супругов были братья и сестры, страдавшие фенилкетонурией, но

сами они нормальны в отношении этого признака. В их семье первый ребенок был нормален в отношении всех трех признаков, второй был близоруким левшой, третий оказался больным фенилкетонурией. Определите генотипы родителей и всех детей. Определите вероятность того, что четвертый ребенок будет нормален по всем трем признакам.

11. Фенилкетонурия и одна из редких форм агаммаглобулинемии швейцарского типа (обычно ведет к смерти до шестимесячного возраста) наследуются как аутосомные рецессивные признаки.

Какова вероятность рождения здоровых детей в семье, где оба родителя гетерозиготны по обоим парам патологических генов?

Определите вероятность рождения больных фенилкетонурией и надежды на спасение новорожденных в семье, где оба родителя гетерозиготны по обоим парам признаков.

12. Фруктозурия имеет две формы. Одна протекает без клинически выраженных симптомов, вторая ведет к торможению физического и умственного развития. Обе наследуются как рецессивные несцепленные между собой (т. е. находящиеся в разных парах хромосом) признаки. Один из супругов имеет повышенное содержание фруктозы в моче, следовательно, гомозиготен по фруктозурии, не проявляющейся клинически, но гетерозиготен во второй форме заболевания. Второй супруг в свое время прошел успешно курс лечения по второй форме фруктозурии, но гетерозиготен по бессимптомной ее форме. Какова вероятность рождения в этой семье детей, страдающих клинически выраженной формой фруктозурии?

13. У человека имеется два вида слепоты и каждая определяется своим рецессивным аутосомным геном. Гены обоих признаков находятся в разных парах хромосом.

Какова вероятность того, что ребенок родится слепым, если отец и мать его страдают одним и тем же видом наследственной слепоты, а по другой паре генов слепоты

нормальны?

Какова вероятность рождения ребенка слепым в семье в том случае, если отец и мать страдают разными видами наследственной слепоты, имея в виду, что по обоим парам генов они гомозиготны?

Определите вероятность рождения ребенка слепым, если известно, что родители его зрячие, обе бабушки страдают одинаковым видом наследственной слепоты, а по другой паре анализируемых генов они нормальны и гомозиготны, в родословной со стороны дедушек наследственной слепоты не отмечено.

Определите вероятность рождения детей слепыми в семье, о которой известно, что родители зрячие, бабушки страдают разными видами наследственной слепоты, а по другой паре анализируемых генов они нормальны и гомозиготны, в родословной дедушек наследственной слепоты не было.

14. У человека имеется две формы глухонемоты, которые определяются рецессивными аутосомными несцепленными генами.

Какова вероятность рождения детей глухонемыми в семье, где мать и отец страдают одной и той же формой глухонемоты, а по другой форме глухонемоты они гетерозиготны?

Какова вероятность рождения детей глухонемыми в семье, где оба родителя страдают разными формами глухонемоты, а по второй паре генов глухонемоты каждый из них гетерозиготен?

15. Глаукома взрослых наследуется несколькими путями. Одна форма определяется доминантным аутосомным геном, другая - рецессивным тоже аутосомным несцепленным с предыдущим геном.

Какова вероятность рождения ребенка с аномалией в случае, если оба родителя гетерозиготны по обоим парам патологических генов?

Какова вероятность рождения детей с аномалией в семье, где один из родителей гетерозиготен по обоим парам

патологических генов, а другой нормален в отношении зрения и гомозиготен по обоим парам генов?

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

17. Полидактилия, близорукость и отсутствие малых коренных зубов передаются как доминантные аутосомные признаки. Гены всех трех признаков находятся в разных парах хромосом.

Какова вероятность рождения детей без аномалий в семье, где оба родителя страдают всеми тремя недостатками, но гетерозиготны по всем трем парам генов?

Определите вероятность рождения детей без аномалий в семье, о которой известно следующее. Бабушка по линии жены была шестипалой, а дедушка - близорукий. В отношении других признаков они нормальны. Дочь же унаследовала от своих родителей обе аномалии. Бабушка по линии мужа не имела малых коренных зубов, имела нормальное зрение и пятипалую кисть. Дедушка был нормален в отношении всех трех признаков. Сын унаследовал аномалию матери.

18. Некоторые формы катаракты и глухонемоты у человека передаются как аутосомные рецессивные несцепленные между собой признаки. Отсутствие резцов и клыков верхней челюсти также может передаваться как рецессивный признак, несцепленный с катарактой и глухонемой.

Какова вероятность рождения детей со всеми тремя аномалиями в семье, где оба родителя гетерозиготны по всем трем парам генов?

Какова вероятность рождения детей со всеми тремя аномалиями в семье, где один из родителей страдает

катарактой и глухонемой, но гетерозиготен по третьему признаку, а второй супруг гетерозиготен по катаракте и глухонемоте, но страдает отсутствием резцов и клыков в верхней челюсти?

19. Катаракты имеют несколько разных наследственных форм. Большинство из них наследуются как доминантные аутосомные признаки, некоторые - как рецессивные аутосомные несцепленные признаки. Какова вероятность рождения детей с аномалией, если оба родителя страдают ее доминантно наследующейся формой, но гетерозиготны по ней и еще гетерозиготны по двум рецессивным формам катаракты?

20. 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 похожих на родителей от скрещивания гетерозиготного комолого чалого быка с такой же коровой.

При скрещивании комолого чалого быка с рогатой чалой коровой родился рогатый чалый теленок. Впоследствии этот бык скрещивался с рогатой красной, рогатой белой, комолой чалой, комолой белой и комолой красной коровами. От всех скрещиваний телята также оказались рогатыми чалыми. Определите генотипы быка и всех шести скрещиваемых с ним коров.

21. У львиного зева цветки бывают нормальной формы (двугубые) и пилорические (без выраженной губоцветности), а по окраске - красные, розовые и белые. Оба признака определяются несцепленными парами генов. Нормальная форма цветка доминирует над пилорической, а розовый цвет получается от скрещивания красных и белых особей.

Какое потомство получится от скрещивания двух гетерозиготных по обоим парам признаков растений?

Какое потомство получится от скрещивания двух растений, имеющих розовые и пилорические цветки?

22. Красная окраска ягоды земляники определяется неполностью доминантным геном, белая - его рецессивным аллелем, розовую ягоду имеют гетерозиготы. Форма чашечки у земляники может быть нормальная, определяемая неполностью доминантным геном, и листовидная (чашелистики отдаленно напоминают форму листа), определяемая его рецессивным аллелем. У гетерозигот чашечки имеют промежуточную форму между нормальной и листовидной. Обе пары признаков наследуются независимо друг от друга.

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

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

23. Серповидноклеточная анемия и талассемия наследуются как два признака с неполным доминированием; гены не сцеплены между собой и находятся в аутосомах. У гетерозигот по серповидноклеточной анемии, так же как и у гетерозигот по талассемии, заболевание не носит выраженной клинической картины. Во всех случаях носители гена талассемии или серповидноклеточной анемии устойчивы к малярии. У двойных гетерозигот (дигибриды по обоим парам анализируемых признаков) развивается особая форма анемии. Гомозиготы по серповидноклеточной анемии и талассемии в подавляющем большинстве случаев умирают в детстве. Определите вероятность рождения здоровых детей в семье, где один из родителей гетерозиготен по серповидноклеточной анемии, но нормален по талассемии, а второй - гетерозиготен по талассемии, но нормален в отношении серповидноклеточной анемии.

3. 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. Та, которая крупнее, называется X хромосомой, которая поменьше обозначается Y хромосомой. В X и Y хромосомах есть некоторые 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 содержатся 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).

У млекопитающих, в том числе и у человека, клетки женского организма содержат две X хромосомы, а клетки мужского организма имеют X и Y хромосомы. В процессе мейоза 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 хромосомный пол будущего организма: если яйцеклетка (в ней всегда имеется 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 пол является гетерогаметным. 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 распределяется между дочерьми и сыновьями. Если ген сцеплен с X хромосомой и является рецессивным, то у женщин он может проявляться только в гомозиготном состоянии. У мужчин в норме второй X хромосомы нет, поэтому такой ген проявляется всегда. Следует иметь в виду, что, например, у птиц, некоторых насекомых гетерогаметным является женский пол, а гомогаметным - мужской.

Задачи

1. В лаборатории скрещивали красноглазых мух дрозофил с красноглазыми самцами. В потомстве оказалось 69 красноглазых и белоглазых самцов и 71 красноглазая самка. Напишите генотипы родителей и потомства, если известно, что красный цвет глаз доминирует над белым, а гены цвета глаз находятся в X хромосоме.

2. У некоторых пород кур гены, определяющие белый цвет и полосатую окраску оперения, сцеплены с X хромосомой, полосатость доминирует над белой сплошной окраской. Гетерогаметный пол у кур женский.

На птицеферме белых кур скрестили с полосатыми петухами и получили полосатое оперение как у петухов, так и у кур. Затем полученных от первого скрещивания особей скрестили между собой и получили 594 полосатых петуха и 607 полосатых и белых кур. Определите генотипы родителей и потомков первого и второго поколений.

У юннатов имеются полосатые петухи и белые куры. От их скрещивания получено 40 полосатых петухов и кур и 38 белых петухов и кур. Определите генотипы родителей и потомства.

3. Селекционеры в некоторых случаях могут определить пол только что вылупившихся цыплят. При каких генотипах родительских форм возможно это сделать, если известно, что гены золотистого (коричневого) и серебристого (белого) оперения расположены в X хромосоме и ген золотистого оперения рецессивен по отношению к серебристому? Не забудьте, что у кур гетерогаметным полом является женский.

4. 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.

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

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

5. Гипоплазия эмали наследуется как сцепленный с X хромосомой доминантный признак. В семье, где оба родителя страдали отмеченной аномалией, родился сын с нормальными зубами. Каким будет их второй сын?

6. Классическая гемофилия передается как рецессивный, сцепленный с X хромосомой, признак. Мужчина, больной гемофилией, женится на женщине, не имеющей этого заболевания. У них рождаются нормальные дочери и сыновья, которые вступают в брак с нестрадающими гемофилией лицами.

Обнаружится ли у внуков вновь гемофилия и какова вероятность появления больных в семьях дочерей и сыновей?

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

7. У человека ген, вызывающий одну из форм цветовой слепоты, или дальтонизм, локализован в X хромосоме. Состояние болезни вызывается рецессивным геном, состояние здоровья - доминантным.

Девушка, имеющая нормальное зрение, отец которой обладал цветовой слепотой, выходит замуж за нормального мужчину, отец которого также страдал цветовой слепотой. Какое зрение ожидать у детей от этого брака?

Нормальные в отношении зрения мужчина и женщина имеют: а) сына, страдающего дальтонизмом и имеющего нормальную дочь; б) нормальную дочь, имеющую одного нормального сына и одного сына дальтоника; в) еще нормальную дочь, имеющую пятерых нормальных сыновей. Каковы генотипы родителей, детей и внуков?

8. Ангидрозная эктодермальная дисплазия у людей передается как рецессивный, сцепленный с X хромосомой признак.

Юноша, не страдающий этим недостатком, женится на девушке, отец которой лишен потовых желез, а мать и ее предки здоровы. Какова вероятность того, что дети от этого брака будут страдать отсутствием потовых желез?

Нормальная женщина выходит замуж за мужчину, больного ангидрозной эктодермальной дисплазией. У них рождаются больная девочка и здоровый сын. Определите вероятность рождения следующего ребенка без аномалии.

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

10. Кареглазая женщина, обладающая нормальным зрением, отец которой имел голубые глаза и страдал цветовой слепотой, выходит замуж за голубоглазого мужчину, имеющего нормальное зрение. Какого потомства можно ожидать от этой пары, если известно, что ген карих глаз наследуется как аутосомный доминантный признак, а ген цветовой слепоты рецессивный и сцеплен с X хромосомой?

11. Потемнение зубов может определяться двумя доминантными генами, один из которых расположен в аутосомах, другой в X хромосоме. В семье родителей, имеющих темные зубы, родились дочка и мальчик с нормальным цветом зубов. Определите вероятность рождения в этой семье следующего ребенка тоже без аномалий, если удалось установить, что темные зубы матери обусловлены лишь геном, сцепленным с X хромосомой, а темные зубы отца - аутосомным геном, по которому он

гетерозиготен.

12. Одна из форм агаммаглобулинемии наследуется как аутосомно-рецессивный признак, другая - как рецессивный, сцепленный с X хромосомой. Определите вероятность рождения больных детей в семье, где известно, что мать гетерозиготна по обоим парам генов, а отец здоров и имеет лишь доминантные гены анализируемых аллелей.

13. У человека дальтонизм обусловлен сцепленным с X хромосомой рецессивным геном. Талассемия наследуется как аутосомный доминантный признак и наблюдается в двух формах: у гомозигот тяжелая, часто смертельная, у гетерозигот менее тяжелая. Женщина с нормальным зрением, но с легкой формой талассемии в браке со здоровым мужчиной, но дальтоником, имеет сына дальтоника с легкой формой талассемии. Какова вероятность рождения следующего сына без аномалий?

14. У человека классическая гемофилия наследуется как сцепленный с X хромосомой рецессивный признак. Альбинизм обусловлен аутосомным рецессивным геном. У одной супружеской пары, нормальной по этим двум признакам, родился сын с обеими аномалиями. Какова вероятность того, что у второго сына в этой семье проявятся также обе аномалии одновременно?

15. Мужчина, страдающий дальтонизмом и глухотой, женился на женщине, нормальной по зрению и хорошо слышащей. У них родились сын глухой и дальтоник и дочь - дальтоник, но с хорошим слухом. Определите вероятность рождения в этой семье дочери с обеими аномалиями, если известно, что дальтонизм и глухота передаются как рецессивные признаки, но дальтонизм сцеплен с X хромосомой, а глухота - аутосомный признак.

16. У человека альбинизм обусловлен аутосомным рецессивным геном. Ангидротическая эктодермальная дисплазия передается как сцепленный с X хромосомой рецессивный признак. У супружеской пары, нормальной по обоим признакам, родился сын с обеими аномалиями. Какова вероятность того, что их вторым ребенком будет

девочка, нормальная по обоим признакам? Какова вероятность того, что следующим ребенком у них будет нормальный сын?

17. У людей одна из форм дальтонизма обусловлена сцепленным с X хромосомой рецессивным геном. Способность различать вкус фенилтиокарбамида обусловлена аутосомным доминантным геном. Женщина с нормальным зрением, но различающая вкус фенилтиокарбамида, вышла замуж за дальтоника, не способного различать вкус фенилтиокарбамида. У них было две дочери, не страдающие дальтонизмом, но различающие вкус фенилтиокарбамида, и четыре сына, ни один из которых не страдал дальтонизмом, но двое различали вкус фенилтиокарбамида, а двое не различали. Определите вероятные генотипы родителей и детей.

18. Гипертрихоз передается через Y хромосому, а полидактилия - как доминантный аутосомный признак. В семье, где отец имел гипертрихоз, а мать - полидактилию, родилась нормальная в отношении обоих признаков дочь. Какова вероятность того, что следующий ребенок в этой семье будет также без обеих аномалий?

19. Гипертрихоз наследуется как сцепленный с Y хромосомой признак, который проявляется лишь к 17 годам жизни. Одна из форм ихтиоза наследуется как рецессивный, сцепленный с X хромосомой признак. В семье, где женщина нормальна по обоим признакам, а муж является обладателем только гипертрихоза, родился мальчик с признаками ихтиоза. Определите вероятность проявления у этого мальчика гипертрихоза. Определите вероятность рождения в этой семье детей без обеих аномалий и какого они будут пола.

20. Пигментный ретинит может наследоваться тремя путями: как аутосомный доминантный, аутосомный рецессивный и рецессивный, сцепленный с X хромосомой, признаки. Определите вероятность рождения больных детей в семье, где мать больна пигментным ретинитом и является гетерозиготной по всем трем парам генов, а отец здоров и нормален по всем трем признакам.

21. Женщина правша с карими глазами и нормальным зрением выходит замуж за мужчину правшу, голубоглазого и дальтоника. У них родилась голубоглазая дочь, левша и дальтоник. Какова вероятность того, что следующий ребенок в этой семье будет левшой и страдать дальтонизмом, если известно, что карий цвет глаз и умение владеть преимущественно правой рукой - доминантные аутосомные несцепленные между собой признаки, а дальтонизм - рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак? Какой цвет глаз возможен у больных детей?

4. Пенетрантность

В процессе онтогенеза не все гены реализуются в признак. Некоторые из них оказываются блокированными другими неаллельными генами, проявлению иных признаков неблагоприятствуют внешние условия. Пробиваемость гена в признак называется пенетрантностью. Пенетрантность выражается в процентах числа особей, несущих признак, к общему числу носителей гена, потенциально способного реализоваться в этот признак.

Задачи

1. Подагра определяется доминантным аутосомным геном. По некоторым данным, пенетрантность гена у мужчин составляет 20 %, а у женщин она равна нулю.

Какова вероятность заболевания подагрой в семье гетерозиготных родителей?

Какова вероятность заболевания подагрой в семье, где один из родителей гетерозиготен, а другой нормален по анализируемому признаку?

2. Некоторые формы шизофрении наследуются как

доминантные аутосомные признаки. При этом у гомозигот пенетрантность равна 100%, у гетерозигот - 20 %.

Определите вероятность заболевания детей в семье, где один из супругов гетерозиготен, а другой нормален в отношении анализируемого признака.

Определите вероятность заболевания детей от брака двух гетерозиготных родителей.

3. Ангиоматоз сетчатой оболочки наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 50 %. Определите вероятность заболевания детей в семье, где оба родителя являются гетерозиготными носителями ангиоматоза.

4. Черепно - лицевой дизостоз наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 50 %. Определите вероятность заболевания детей в семье, где один из родителей гетерозиготен по данному гену, а другой нормален в отношении анализируемого признака.

5. Арахнодактилия наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 30 %. Леворукость - рецессивный аутосомный признак с полной пенетрантностью. Определите вероятность проявления обеих аномалий одновременно у детей в семье, где оба родителя гетерозиготны по обеим парам генов.

6. Отосклероз наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 30 %. Отсутствие боковых верхних резцов наследуется как сцепленный с X хромосомой рецессивный признак с полной пенетрантностью. Определите вероятность проявления у детей обеих аномалий одновременно в семье, где мать гетерозиготна в отношении обоих признаков, а отец нормален по обеим парам генов.

7. Отосклероз наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 30 %. Гипертрихоз, наследуется как признак, сцепленный с Y хромосомой, с полным проявлением к 17 годам. Определите вероятность проявления одновременно обеих аномалий у детей в семье, где жена нормальна и гомозиготна, а муж имеет обе аномалии, но мать его была нормальной

гомозиготной женщиной.

8. Карий цвет глаз доминирует над голубым и определяется аутосомным геном. Ретинобластома определяется другим доминантным аутосомным геном. Пенетрантность ретинобластомы составляет 60 %.

Какова вероятность того, что больными от брака гетерозиготных по обоим признакам родителей будут голубоглазые дети?

Какова вероятность того, что здоровыми от брака гетерозиготных по обоим признакам родителей будут кареглазые дети?

9. Синдром Ван дер Хеве наследуется как доминантный аутосомный плейотропный ген, определяющий голубую окраску склеры, хрупкость костей и глухоту. Пенетрантность признаков изменчива. В ряде случаев она составляет по голубой склере почти 100 %, хрупкости костей - 63, глухоте - 60%.

Носитель голубой склеры, нормальный в отношении других признаков синдрома, вступает в брак с нормальной женщиной, происходящей из благополучной по синдрому Ван дер Хеве семьи. Определите вероятность проявления у детей признака хрупкости костей, если известно, что по линии мужа признаками синдрома обладает лишь один из его родителей.

В брак вступает два гетерозиготных носителя голубой склеры, нормальные в отношении других признаков синдрома. Определите вероятность проявления у детей глухоты.

5. Множественный аллелизм

Иногда в популяции оказывается не два аллельных гена, а три, четыре и больше. Возникают они в результате разных мутаций одного локуса. У каждой особи аллельных генов может быть не более двух, но в популяции их число практически неограниченно. Чем больше аллельных генов, тем больше возможностей комбинаций их попарно. Так, у морских свинок окраска шерсти определяется пятью аллелями одного локуса, которые в различных сочетаниях дают одиннадцать вариантов окраски. Гены множественных аллелей взаимодействуют между собой различным образом. Нередко они образуют последовательные ряды доминирования. У человека по типу множественных аллелей наследуются группы крови по системе АВО.

Задачи

1. У кроликов гены нескольких типов окраски находятся в одних и тех же локусах и являются видоизменениями доминантного гена, дающего дикий (сплошной) тип окраски. Ген дикой окраски (С) доминирует над всеми остальными окрасками. Гены шиншиловой (c^{ch}) и гималайской (c^h) окрасок доминируют над геном альбинизма (с). Гетерозиготы от шиншиловой и гималайской окрасок ($c^{ch} c^h$) светло-серые.

Селекционер скрещивал кроликов шиншиловой окраски с гималайскими. Все первое поколение было светло-серым. Полученные гибриды скрещивались между собой. При этом было получено 99 крольчат светло-серых, 48 гималайских и 51 шиншилловых. Составьте генотипы родителей и потомков первого и второго поколений.

Зверовод-любитель, желая создать стадо из

кроликов светло-серой окраски, скрещивал их между собой, но получил только половину светло-серых крольчат, остальные были гималайской и шиншилловой окрасок. Составьте генотип скрещиваемых животных и их потомков.

Школьники в живом уголке скрестили кроликов дикой окраски с гималайскими и получили 81 крольчонка. Из них было 41 с окраской дикого типа, 19 гималайских и 21 альбинос. Определите генотипы родительских форм и потомков.

Юннаты скрещивали кроликов шиншилловой окраски с гималайскими. В приплоде оказалось по 25 % светло-серых, шиншилловых, гималайских и альбиносов. Определите генотипы родителей и крольчат.

На ферме имеются гималайские самки и шиншилловые самцы. При скрещивании они дают 25 % альбиносов, которые хозяйству нежелательны. Какой должен быть, генотип самцов, чтобы свести на нет появление альбиносов?

2. Родители имеют II и III группы крови. Какие группы крови можно ожидать у их детей?
3. Мать со II группой крови имеет ребенка с I группой крови. Установите возможные группы крови отца.
4. У матери I группа крови, у отца IV. Могут ли дети унаследовать группу крови одного из своих родителей?
5. У мальчика I группа крови, а у его сестры IV. Определите группы крови родителей.
6. Известно, что кровь I группы можно переливать всем людям, кровь II группы - только лицам II группы или IV, кровь III группы - только лицам III или IV группы, а кровь IV группы - только лицам IV группы. Всегда ли возможно переливание крови матери ее детям? При каких генотипах родителей можно переливать кровь сестры ее родному брату?
7. У матери I группа крови, у отца III. Могут ли дети унаследовать группу крови своей матери?
8. В родильном доме перепутали двух мальчиков. Родители

одного из них имеют I и II группы крови, родители другого - II и IV. Исследование показало, что дети имеют I и IV группы крови. Определите, кто чей сын.

9. Родители имеют II и III группы крови. У них родился ребенок с I группой крови и тяжелой серповидно-клеточной анемией (наследование аутосомное с неполным доминированием, несцепленное с группами крови). Определите вероятность рождения больных детей с IV группой крови.

10. В одной семье у кареглазых родителей имеется четверо детей. Двое голубоглазых имеют I и IV группы крови, двое кареглазых - II и III. Определите вероятность рождения следующего ребенка кареглазым с I группой крови. Карий цвет глаз доминирует над голубым и обусловлен аутосомным геном.

11. В семье, где жена имеет I группу крови, а муж - IV, родился сын дальтоник с III группой крови. Оба родителя различают цвета нормально. Определите вероятность рождения здорового сына и его возможные группы крови. Дальтонизм наследуется как рецессивный, сцепленный с X хромосомой признак.

12. У родителей со II группой крови родился сын с I группой крови и гемофилик. Оба родителя не страдают этой болезнью. Определите вероятность рождения второго ребенка здоровым и его возможные группы крови. Гемофилия наследуется как рецессивный, сцепленный с X хромосомой признак.

6. Сцепленное наследование признаков

В любой из пар гомологичных хромосом всегда содержится несколько аллелей. Признаки, гены которых находятся в одной хромосоме, называются сцепленными. Естественно, что сцепленные признаки в большинстве

случаев передаются вместе. Поэтому при скрещивании дигибридов в случаях сцепления признаков независимого расщепления каждой пары в отношении 3:1 не происходит.

Вместе сцепленные признаки тоже передаются не всегда. В профазе первого деления мейоза гомологичные хромосомы конъюгируют. В момент конъюгации гомологичные хромосомы могут обмениваться гомологичными участками. Гены одной хромосомы переходят в другую, гомологичную ей. Это явление называется кроссинговером.

Частота расхождения признаков при кроссинговере прямо пропорциональна расстоянию между генами, т. е. чем дальше друг от друга находятся гены в хромосоме, тем чаще происходит обмен, чем ближе они расположены друг к другу, тем реже расхождение признаков. Следовательно, при анализе наследования сцепленных признаков у дигибридов мы будем иметь дело с образованием четырех типов гамет: два типа, в которых сцепленные гены не разошлись, и два типа кроссоверных гамет, в которых хромосомы обменялись гомологичными участками.

Однако, если в случаях несцепленных признаков у дигибридов все четыре типа гамет образовывались в равных количествах, то при сцеплении число тех или иных гамет зависит от расстояния между генами. Это расстояние принято исчислять в морганидах. Одной морганиде соответствует один процент образования кроссоверных гамет. Например, у мухи дрозофилы расстояние между геном, определяющим цвет тела, и геном, определяющим длину крыльев, равно 17 морганидам. Следовательно, если принять, что у дигибридов по цвету тела и длине крыльев (генотип AaBb) оба доминантных гена расположены в одной хромосоме, а оба рецессивных - в другой, кроссоверных гамет образуется 17 % (8,5% Ab и 8,5% aB), некроссоверных 83% (41,5% AB и 41,5 ab). Тогда второе поколение будет расщепляться на четыре фенотипических класса не в отношении 9:3:3:1, а соответственно числу кроссоверных и некроссоверных гамет и вероятностей их

попарного слияния.

Закономерности наследования сцепленных признаков генетики используют для составления хромосомных карт. Экспериментальным путем устанавливается частота расхождения тех или иных пар признаков, т. е. расстояние между генами. Затем вычерчивается хромосома и на ней отмечаются точные места расположения локусов.

У каждого вида животных и растений существует строго определенное число групп сцепления, которое равно гаплоидному набору хромосом, или числу пар гомологичных хромосом. Например, у комнатной мухи шесть групп сцепления, у человека - 23 группы.

Задачи

1. 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?

2. Гладкая форма семян кукурузы доминирует над морщинистой, окрашенные семена доминируют над не окрашенными. Оба признака сцеплены. При скрещивании кукурузы с гладкими окрашенными семенами с растением, имеющим морщинистые неокрашенные семена, получено потомство: окрашенных гладких - 4152 особи, окрашенных морщинистых - 149, неокрашенных гладких - 152, неокрашенных морщинистых - 4163. Определите расстояние между генами.

3. У мух дрозофил признаки окраски тела и формы крыльев сцеплены. Темная окраска тела рецессивна по отношению к серой, короткие крылья - к длинным. В лаборатории скрещивались серые длиннокрылые самки, гетерозиготные по обоим признакам, с самцами, имеющими черное тело и короткие крылья. В потомстве оказалось серых длиннокрылых особей 1394, черных короткокрылых - 1418, черных длиннокрылых - 287, серых

короткокрылых - 288. Определите расстояние между генами.

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

5. У мухи дрозофилы ген нормального цвета глаз доминирует над геном белоглазия, ген ненормального строения брюшка над геном нормального строения. Обе пары расположены в X хромосоме на расстоянии 3 морганид. Определите вероятные генотипы и фенотипы потомства от скрещивания гетерозиготной по обоим признакам самки с самцом, имеющим нормальный цвет глаз и нормальное строение брюшка.

6. У человека locus резус-фактора сцеплен с локусом, определяющим форму эритроцитов, и находится от него на расстоянии 3 морганид. Резус-положительность и эллиптоцитоз определяются доминантными аутосомными генами. Один из супругов гетерозиготен по обоим признакам. При этом резус-положительность он унаследовал от одного родителя, эллиптоцитоз - от другого. Второй супруг резус-отрицателен и имеет нормальные эритроциты. Определите процентные соотношения вероятных генотипов и фенотипов детей в этой семье.

7. Синдром дефекта ногтей и коленной чашечки определяется полностью доминантным аутосомным геном. На расстоянии 10 морганид от него находится locus групп крови по системе АВО. Один из супругов имеет II группу крови, другой - III. Тот, у которого II группа крови, страдает дефектом ногтей и коленной чашечки. Известно, что его отец был с I группой крови и не имел этих аномалий, а мать - с IV группой крови имела оба дефекта. Супруг, имеющий III группу крови, нормален в отношении гена дефекта ногтей и коленной чашечки и гомозиготен по

обеим парам анализируемых генов. Определите вероятность рождения в этой семье детей, страдающих дефектом ногтей и коленной чашечки, и возможные группы крови их.

8. Катаракта и полидактилия у человека обусловлены доминантными аутосомными тесно сцепленными (т. е. кроссинговер отсутствует) генами. Однако сцепленными могут быть необязательно гены указанных аномалий, но и ген катаракты с геном нормального строения кисти и наоборот.

Женщина унаследовала катаракту от своей матери, а полидактилию от отца. Ее муж нормален в отношении обоих признаков. Чего скорее можно ожидать у их детей одновременного появления катаракты и полидактилии, отсутствия обоих этих признаков или наличие только одной аномалии - катаракты или полидактилии?

Какое потомство можно ожидать в семье, где муж нормален, а жена гетерозиготна по обоим признакам, если известно, что мать жены также страдала обеими аномалиями, а отец ее был нормален.

Какое потомство можно ожидать в семье у родителей, гетерозиготных по обоим признакам, если известно, что матери обоих супругов страдали только катарактой, а отцы - только полидактилией?

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

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.

Женщина, мать которой страдала дальтонизмом, а отец - гемофилией, вступает в брак с женщиной, страдающей обоими заболеваниями. Определите вероятность рождения детей в этой семье одновременно с обеими аномалиями.

10. Ген цветовой слепоты и ген ночной слепоты, наследующиеся через X хромосому, находятся на расстоянии 50 морганид друг от друга. Оба признака рецессивны.

Определите вероятность рождения детей одновременно с обеими аномалиями в семье, где жена имеет нормальное зрение, но мать ее страдала ночной слепотой, а отец - цветовой слепотой, муж же нормален в отношении обоих признаков.

Определите вероятность рождения детей одновременно с обеими аномалиями в семье, где жена гетерозиготна по обоим признакам и обе аномалии унаследовала от своего отца, а муж имеет обе формы слепоты.

11. У кукурузы ген скрученных листьев и ген карликовости находятся в третьей хромосоме на расстоянии 18 морганид. Оба гена рецессивны. Ген устойчивости к ржавчине и ген узких листьев находятся в 10-й хромосоме на расстоянии 24 морганид. Оба гена доминантные.

Гибридное по всем четырем генам растение, у предков которого не было кроссинговера, скрещивается с рецессивным по всем четырем признакам растением. Какое потомство можно ожидать от этого скрещивания?

Гибридное по генам скрученности листьев и карликовости, неустойчивое к ржавчине и широколистное растение скрещивалось с гетерозиготным по генам устойчивости к ржавчине и ширине листьев растением, карликовым и имеющим скрученные листья. Какое потомство возможно от этого скрещивания?

Скрещивались два растения, гибридные по всем четырем признакам, у предков которых кроссинговера не было. Определите вероятные фенотипы потомства.

12. У человека ген, определяющий синдром дефекта ногтей и коленной чашечки, и ген, определяющий группу крови по системе АВО, сцеплены между собой и находятся на расстоянии 10 морганид. Ген, определяющий резус-фактор, и ген эллиптоцитоза находятся в другой хромосоме и расположены друг от друга на расстоянии 3 морганид. Синдром дефекта ногтей, эллиптоцитоз и резус-положительность наследуются по доминантному типу.

Один супруг гетерозиготен по всем анализируемым

признакам и имеет IV группу крови. Известно, что в предшествовавших поколениях ни у кого кроссинговера не наблюдалось, а синдром дефекта ногтей он унаследовал от отца вместе с геном II группы крови. Второй супруг гомозиготен по всем рецессивным генам и имеет I группу крови. Определите вероятные фенотипы потомства от этого брака.

Один супруг гетерозиготен по синдрому дефекта ногтей, имеет IV группу крови, отрицательный резус, эритроциты нормальной формы. Известно, что его отец не страдал дефектом ногтей и имел III группу крови. Второй супруг имеет нормальное строение ногтей и I группу крови, а по резус-фактору и эллиптоцитозу гетерозиготен. Мать его была резус-положительной и с эллиптоцитозом. Рассчитайте вероятные фенотипы детей в этой семье.

13. У человека гены резус-фактора и эллиптоцитоза находятся в одной хромосоме на расстоянии 3 морганид. Резус-положительность и эллиптоцитоз определяются доминантными генами. Ген цветовой слепоты и ген ночной слепоты находятся в X хромосоме на расстоянии 50 морганид. Оба признака передаются по рецессивному типу.

Гетерозиготная по всем признакам женщина, у предков которой кроссинговера не отмечалось, выходит замуж за мужчину, страдающего одновременно цветовой и ночной слепотой и гомозиготного по обоим аутосомным рецессивным генам. Определите вероятные фенотипы детей в этой семье.

Резус-положительная женщина с нормальной формой эритроцитов и с нормальным зрением выходит замуж за мужчину резус-отрицательного, с эллиптоцитозом и страдающего ночной слепотой. Известно, что отец женщины был резус-отрицательным и не различал цвета, а мать различала цвета нормально, но страдала ночной слепотой. У мужчины страдал эллиптоцитозом лишь отец, а мать тоже страдала ночной слепотой. Определите вероятность рождения в этой семье резус-отрицательных

детей без других аномалий.

Гетерозиготная по всем признакам женщина выходит замуж за резус-отрицательного мужчину, нормального по остальным анализируемым признакам. Известно, что отец женщины был резус-отрицательным, имел эллиптоцитоз, страдал ночной слепотой, но цвета различал нормально. Определите вероятные фенотипы детей в этой семье.

14. У человека ген гемофилии и ген цветовой слепоты расположены в X хромосоме на расстоянии 9,8 морганиды. Оба гена рецессивны. Ген синдрома дефекта ногтей и коленной чашечки находится в аутосоме, а на расстоянии 10 морганид от него расположен ген, определяющий группу крови по системе АВО. Ген синдрома дефекта ногтей и коленной чашечки - доминантный ген.

Женщина с IV группой крови и гетерозиготная по остальным анализируемым признакам выходит замуж за мужчину с I группой крови и нормального по остальным признакам. Определите вероятность рождения детей в этой семье без анализируемых заболеваний и их группы крови, если известно, что отец женщины страдал одновременно гемофилией и ночной слепотой, имел дефект ногтей и II группу крови.

Женщина со II группой крови и гетерозиготная по остальным анализируемым признакам выходит замуж за мужчину с III группой крови, дальтоника и нормального по остальным анализируемым признакам. Определите вероятность рождения детей в этой семье без анализируемых заболеваний и их группы крови, если известно, что у матерей супругов была I группа крови и обе они страдали только цветовой слепотой.

15. Женщина имеет II группу крови и гетерозиготна по синдрому дефекта ногтей и коленной чашечки, эллиптоцитозу и резус-фактору. Ее супруг тоже гетерозиготен по всем признакам и имеет III группу крови. Известно, что матери супругов имели I группу крови и были резус-положительными, а дефект ногтей и эллиптоцитоз имели только их отцы. Определите вероятные фенотипы детей у

этой супружеской пары, если известно, что ген синдрома дефекта ногтей и коленной чашечки находится в одной группе сцепления с геном, определяющим группу крови по системе АВО, и расстояние между ними 10 морганид, а ген резус-фактора и ген эллиптоцитоза находятся в другой группе сцепления на расстоянии 3 морганид. Синдром дефекта ногтей и коленной чашечки, эллиптоцитоз и резус-положительность передаются как доминантные признаки.

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. В этом случае при скрещивании дигибридов закон независимого расщепления каждой пары признаков в отношении 3:1 не имеет силы даже при расположении генов в разных парах хромосом. Выделяют три типа взаимодействия неаллельных генов: эпистаз, комплементарность и полимерию.

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 дигибридного скрещивания. В случае скрещивания дигибридов 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 дигибридов при рецессивном эпистазе расщепление во втором поколении наблюдается в отношении 9:3:4 и 9:7. Эпистаз будет происходить лишь в тех четырех случаях из 16, где в генотипе совпадут два гена-подавителя.

Комплементарное взаимодействие генов - 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 неаллельным 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 дигибридов (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, 9:6:1, 9:3:4.

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 совпадает 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 лишь 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. Тогда расщепление будет 15:1.

Задачи

1. У овса цвет зерен определяется двумя парами несцепленных между собой генов. Один доминантный ген обуславливает черный цвет, другой - серый. Ген черного цвета подавляет ген серого цвета. Оба рецессивных аллеля обуславливают белую окраску.

При скрещивании чернозерного овса в потомстве оказалось расщепление на 12 чернозерных, три серозерных и один с белыми зернами. Определите генотипы скрещиваемых особей и их потомства.

При скрещивании белозерного овса с чернозерным получилась половина растений с черными зернами, половина с серыми. Определите генотипы скрещиваемых особей.

2. При скрещивании желтоплодной тыквы с белой все потомство дало белые плоды. При скрещивании полученных особей между собой получилось растений с белыми плодами 204, с желтыми - 53, с зелеными - 17. Определите генотипы родителей и потомков.

3. Белое оперение кур определяется двумя парами несцепленных неаллельных генов. В одной паре доминантный определяет окрашенное оперение, рецессивный - белое. В другой паре доминантный ген подавляет окраску, рецессивный - не подавляет окраску.

При скрещивании белых кур получено потомство из 1680 цыплят. 315 цыплят было окрашенных,

остальные белые. Определите генотипы родителей и окрашенных цыплят.

На птицеферме скрещивали белых кур с пестрыми и получили белых цыплят 5055, окрашенных - 3033. Определите генотипы родителей и потомства.

От скрещивания кур белой и пестрой окраски получено 915 пестрых и 916 белых цыплят. Определите генотипы родителей и потомства.

4. У человека имеется несколько форм наследственной близорукости. Умеренная форма (от - 2,0 до - 4,0) и высокая (выше - 5,0) передаются как аутосомные доминантные несцепленные между собой признаки. В семье, где мать была близорукой, а отец имел нормальное зрение, родилось двое детей: дочь и сын. У дочери оказалась умеренная форма близорукости, а у сына высокая. Какова вероятность рождения следующего ребенка в семье без аномалии, если известно, что у матери близорукостью страдал только один из родителей? Следует иметь в виду, что у людей, имеющих гены обеих форм близорукости, проявляется только одна - высокая.

5. Красная окраска луковицы лука определяется доминантным геном, желтая - его рецессивным аллелем. Однако проявление гена окраски возможно лишь при наличии другого, несцепленного с ним доминантного гена, рецессивный аллель которого подавляет окраску, и луковицы оказываются белыми. Краснолуковичное растение было скрещено с желто-луковичным. В потомстве оказались особи с красными, желтыми и белыми луковицами. Определите генотипы родителей и потомства.

6. Окраска мышей определяется двумя парами неаллельных, несцепленных генов. Доминантный ген одной пары обуславливает серый цвет, его рецессивный аллель - черный. Доминантный ген другой пары способствует проявлению цветности, его рецессивный аллель подавляет цветность. При скрещивании серых мышей между собой получено потомство из 82 серых, 35 белых и 27 черных мышей. Определите генотипы родителей и

потомства.

7. Так называемый бомбейский феномен состоит в том, что в семье, где отец имел I группу крови, а мать - III, родилась девочка с I группой. Она вышла замуж за мужчину со II группой крови, и у них родились две девочки: первая - с IV, вторая - с I группой крови. Появление в третьем поколении девочки с IV группой крови от матери с I группой крови вызвало недоумение. Однако в литературе было описано еще несколько подобных случаев. Некоторые генетики склонны объяснить это явление редким рецессивным эпистатическим геном, способным подавлять действие генов, определяющих группу крови A и B. Принимая эту гипотезу:

Установите вероятные генотипы всех трех поколений, описанных в бомбейском феномене.

Определите вероятность рождения детей с I группой крови в семье первой дочери из третьего поколения, если она выйдет замуж за такого же по генотипу мужчину как она сама.

Определите вероятные группы крови у детей в семье второй дочери из третьего поколения, если она выйдет замуж за мужчину с IV группой крови, но гетерозиготного по редкому эпистатическому гену.

8. Цветы душистого горошка могут быть белыми или красными. При скрещивании двух растений с белыми цветами все потомство оказалось с красными цветами. При скрещивании потомков между собой оказались растения с красными и с белыми цветами в отношении девять красных и семь белых. Определите генотипы родителей и потомков первого и второго поколений, дайте характеристику генам.

9. При скрещивании черных собак породы кокер-спаниель получается потомство четырех мастей: девять черных, три рыжих, три коричневых, один светло-желтый. Черный кокер-спаниель был скрещен со светло-желтым. От этого скрещивания в помете был светло-желтый щенок. Какое соотношение мастей в потомстве можно ожидать от

скрещивания того же черного спаниеля с собакой одинакового с ним генотипа?

10. 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 вероятные соотношения фенотипов в потомстве от скрещивания получившихся трех гороховидных особей с тремя розовидными особями.

11. У попугайчиков-неразлучников цвет перьев определяется двумя парами несцепленных неаллельных генов. Сочетание двух доминантных генов (хотя бы по одному из каждого аллеля) определяет зеленый цвет, сочетание доминантного гена из одной пары и рецессивных генов из другой определяет желтый или голубой цвет, рецессивные особи по обоим парам имеют белый цвет.

При скрещивании зеленых попугайчиков-неразлучников между собой получено потомство из 55 зеленых, 18 желтых, 17 голубых и 6 белых. Определите генотипы родителей и потомства.

Зоопарк прислал заказ на белых попугайчиков. Однако скрещивание имеющихся на ферме зеленых и голубых особей не давало белых попугайчиков. Определите генотипы имеющихся на ферме птиц.

12. Форма плодов у тыквы может быть сферической, дисковидной и удлиненной и определяется двумя парами несцепленных неаллельных генов.

При скрещивании двух растений со сферической формой плода получено потомство из растений, дающих только дисковидные плоды. При скрещивании дисковидных тыкв между собой получилось потомство из растений, дающих все три формы плода: с дисковидными плодами - девять, со сферическими - шесть, с удлиненными - один. Определите генотипы родителей и потомства первого и второго поколений.

При скрещивании дисковидных тыкв с растениями, дающими удлиненные плоды, в потомстве получено соотношение: один дисковидный, два сферических и один удлиненный. Определите генотипы скрещиваемых растений и их потомства.

При скрещивании дисковидных тыкв со сферическими получено потомство, наполовину состоящее из растений с дисковидными плодами, наполовину - со сферическими. Определите генотипы скрещиваемых растений и их потомства.

13. У разводимых в звероводческих хозяйствах норок цвет меха определяется двумя парами несцепленных неаллельных генов. Доминантные гены обоих аллелей определяют коричневую окраску. Рецессивные аллели обеих пар определяют платиновую окраску меха.

Какое потомство получится при скрещивании двух гетерозиготных по обеим парам генов норок?

При скрещивании каких родительских пар все потомство окажется коричневым?

14. Цвет зерен у пшеницы контролируется двумя парами несцепленных генов, при этом доминантные гены обуславливают красный цвет, а рецессивные окраски не дают.

При скрещивании краснозерных растений между собой в потомстве произошло расщепление в отношении 15 окрашенных, один белый. Интенсивность окраски варьировала. Определите генотипы скрещиваемых растений и вариации в окраске зерен у потомства.

Растения, имеющие красные зерна, скрещивали тоже с краснозерными, но менее яркой окраски. В потомстве получилось 75% растений краснозерных, но с различной степенью окраски, и 25% белозерных. Определите генотипы скрещиваемых растений и их потомства.

15. Рост человека контролируется несколькими парами несцепленных генов, которые взаимодействуют по типу полимерии. Если пренебречь факторами среды и условно ограничиться лишь тремя парами генов, то можно

допустить, что в какой-то популяции самые низкорослые люди имеют все рецессивные гены и рост 150 см, самые высокие - все доминантные гены и рост 180 см.

Определите рост людей, гетерозиготных по всем трем парам генов роста.

Низкорослая женщина вышла замуж за мужчину среднего роста. У них было четверо детей, которые имели рост 165 см, 160 см, 155 см и 150 см. Определите генотипы родителей и их рост.

8. Генетика популяций

В 1908 году независимо друг от друга английский математик Х. Харди и немецкий врач В. Вайнберг выявили механизм наследования в популяциях на основе законов Г. Менделя. Тем самым были заложены основы нового раздела генетики - генетики популяций. Главное отличие популяционной генетики от генетического анализа заключается в том, что она имеет дело не с индивидуальными скрещиваниями, а с наследованием в больших совокупностях организмов, гетерогенных по своему генетическому составу.

Важнейшей характеристикой популяции являются частоты аллелей (генов) и генотипов. Генофонд популяции воплощается в значениях частот генотипов, определяемых на достаточно больших выборках, которые должны делаться случайно для исключения субъективных ошибок экспериментатора. Закон Харди-Вайнберга свидетельствует о том, что наследование не меняет частоты аллелей в популяции.

Если обозначить частоту аллели А через p , а частоту аллели а через q , то при наличии по данному локусу только двух аллелей в популяции: $pA+qa=1$. Соотношение

генотипов в таком случае будет: $(pA+qa)^2 = p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1$. Зная частоту рецессивных гомозигот, достаточно извлечь квадратный корень из полученной величины, и мы найдем частоту рецессивной аллели q . Частота доминантной аллели составит $p = 1 - q$. Определив таким образом частоты аллелей A и a , можно выяснить частоты всех генотипов в популяции. Например, в популяции человека кареглазые индивидуумы составляют 51%, или 0,51, голубоглазые — 49%, или 0,49.

Известно, что карие глаза (A) доминируют над голубыми (a). Исходя из формулы Харди - Вайнберга, частота рецессивного аллеля составит 0,7. Зная, что сумма частот аллелей равна единице, определим частоту доминантной аллели A : $q = 1 - 0,7 = 0,3$. Частота доминантных гомозигот AA составит: $0,3^2 = 0,09$, или 9%. Далее определяем частоту гетерозиготных генотипов, подставляя в формулу найденные частоты аллелей A и a : $2pq = 2 \times 0,3 \times 0,7 = 0,42$, или 42%. Итак, среди 51% кареглазых людей в данной популяции 42% гетерозигот и лишь 9% гомозигот. Следовательно, пользуясь формулой Харди-Вайнберга, учтя частоты разных фенотипов в популяции, можно составить представление о распределении в ней соответствующих генотипов.

Важным следствием закона Харди-Вайнберга является то, что редкие аллели в популяции присутствуют преимущественно в гетерозиготе. Например, если аллель a встречается с частотой 0,01, а аллель A - соответственно с частотой 0,99, то частота гетерозигот составит 0,0198, т. е. около 0,02, а рецессивных гомозигот - 0,0001. Таким образом, в гетерозиготном состоянии рецессивная аллель встречается более чем в 100 раз чаще, нежели в гомозиготном.

В строгом смысле закон Харди - Вайнберга приложим к бесконечно большим популяциям, в которых осуществляется панмиксия и на которые не действуют никакие внешние факторы. Только при этих условиях популяция находится в равновесии, т. е. частоты аллелей и генотипов в ней постоянны.

Очевидно, что это идеальное представление о популяции никогда не реализуется в природных условиях. На популяцию постоянно действуют многочисленные внешние и внутренние факторы, нарушающие генетическое равновесие.

Генетическая гетерогенность, широко распространенная в природных популяциях, составляет основу эффективности дарвиновского естественного отбора. Естественный отбор действует на разные группы организмов в популяции в зависимости от их приспособленности (W). Сравнивая приспособленность нескольких групп особей, наибольшую принимают за единицу, а приспособленность остальных групп выражают в долях единицы. Например, если приспособленность для гомозигот AA и гетерозигот Aa равна 1, а для гомозигот aa - 0,9, то интенсивность естественного отбора, или коэффициент отбора (S), вычисляется как $S = W_{AA} - W_{aa} = 1 - 0,9 = 0,1$. Тогда в популяции диплоидных организмов при условии полного доминирования можно рассчитать частоты аллелей в следующем поколении после начала действия отбора. При крайних значениях частот аллелей отбор действует наименее эффективно.

Наиболее эффективен отбор при средних значениях p и q . Даже при полной элиминации гомозигот aa при низкой частоте рецессивной аллели в популяции требуется большое число поколений для ощутимого изменения значения q . При низких частотах рецессивных аллелей отбор в пользу рецессивных гомозигот также происходит очень медленно.

Например, рецессивная наследственная болезнь человека - фенилкетонурия некогда представляла собой летальный признак, однако теперь благодаря ранней диагностике и специальной диете можно спасти всех детей, больных фенилкетонурией. Частота фенилкетонурии в популяции человека составляет 0,006. Даже при спасении всех больных детей эта частота повышается с 0,0006 до 0,006036 за одно поколение. Все эти примеры показывают, что прежде чем отбор начнет ощутимо изменять частоты рецессивных аллелей,

они должны достигнуть некоторой величины в результате мутационного процесса или действия иных факторов динамики популяций.

Эффективность отбора против доминантных аллелей значительно выше, чем против рецессивных, так, например, в случае полного доминирования при полной элиминации генотипов AA и Aa успех отбора достигается в течение одного поколения и частота аллели A сводится к 0. В действительности отбор очень часто действует не в пользу гомозигот, а благоприятствует гетерозиготам, что способствует поддержанию полиморфизма природных популяций.

Мутационный процесс - основа возникновения гетерогенности популяции. Из-за наличия мутационного процесса трудно говорить о существовании истинно чистых гомозиготных линий в течение длительного времени. Тем не менее можно представить, что существует абсолютно гомозиготная (AA) совокупность ($p=1$), в которой происходит мутационный процесс с частотой u . Тогда в следующем поколении аллели A и a будут встречаться с частотами: $p=1-u$, $q=u$. Однако происходят не только прямые мутации, но и обратные с частотой v , а в популяции имеются аллели как A, так и a с частотами соответственно p и q . Часть аллелей a будет превращаться в A с частотой v . Тогда изменение частоты аллели A под влиянием мутационного давления за одно поколение можно выразить как $\Delta p = vq - up$. Частоты аллелей могут изменяться за счет мутационного процесса только до тех пор, пока vq не станет равным up . В такой ситуации наступает состояние равновесия. Значение p , при котором наступает равновесие, можно найти из выражения $vq = up$ (состояние равновесия). Преобразуя это уравнение, получим $up = v(1-p)$, поскольку $p + q = 1$. Тогда $p(u + v) = v$, а $p = v / (u + v)$. Точно так же и $q = u / (u + v)$.

Представим себе, что мутации $a \rightarrow A$ происходят с частотой 1×10^{-5} на гамету за поколение, а мутации $A \rightarrow a$ - с частотой 5×10^{-5} . Тогда можно рассчитать величины p и q для равновесного состояния: $p = 5 \times 10^{-5} = 0,83$, а q тогда будет равно

$1 - 0,83 = 0,17$. Подсчитали, что в панмиктической популяции вероятность сохранения селективно нейтральной мутации близка к нулю. Если вновь возникающая мутация имеет селективное преимущество в 1 %, то вероятность ее сохранения равна приблизительно 2 %. Таким образом, сам по себе мутационный процесс, мутационное давление недостаточны для распространения рецессивной мутации.

Поток генов, или миграции особей, представляет собой обмен генами между популяциями. Если популяции имеют разные частоты аллелей, то миграция может приводить к изменению частот аллелей, привносимых особями - иммигрантами. Непосредственные результаты такого события сходны с последствиями возникновения мутаций, однако миграция изменяет частоты аллелей значительно быстрее, чем мутации. Влияние потока генов на динамику популяций тех или иных организмов зависит от скорости распространения гамет и расстояния между локальными популяциями. Одни виды, например человек, очень подвижны, другие, например некоторые бабочки, очень ограничены в своих миграциях.

Дрейф генов, или генетико - автоматические процессы, так же оказывают влияние на частоты аллелей в популяциях. В зависимости от условий существования популяции проходят через периоды максимальной и минимальной численности. Это так называемые волны жизни. Кроме того, неравномерное пространственное распределение особей в популяциях растений, а также предпочтительные скрещивания в популяциях животных нарушают случайность скрещиваний. В результате этих обстоятельств генофонд каждого следующего поколения формируется некоторой выборкой из особей родительского поколения. Поэтому он подвержен изменчивости, обусловленной ошибкой выборки. Чем меньше выборка, тем больше ошибка, т. е. тем больше колебания частот аллелей. Эти изменения частот аллелей чисто случайны и не являются следствием отбора.

Если популяция подвергается отбору, то любое случайное изменение, происходящее в направлении действия

отбора, повышает его эффективность. Любое случайное изменение в противоположном направлении замедляет отбор. Подобные случайные изменения могут привести к элиминации аллели, обуславливающей наибольшую приспособленность, и к закреплению в популяции аллели, обуславливающей меньшую приспособленность, если утраченная аллель не будет восстановлена в результате мутационного процесса. Если дрейф генов приводит к снижению приспособленности популяции, то она может вымереть. В то же время иногда возникают особи, значительно отличающиеся от остальных членов популяции и обладающие при этом высоким уровнем приспособленности.

При возникновении новой популяции за счет иммиграции очень малого числа особей многие аллели исходной, или материнской, популяции утрачиваются. Тогда новая популяция развивается на основе обедненного поначалу разнообразия генофонда, изменяющегося в результате мутаций, отбора и других факторов динамики популяций. Влияние исходного, ограниченного разнообразия генофонда на последующую судьбу популяции названо эффектом основателя.

Известно, что среди организмов с половым размножением существуют две различные группы: с самооплодотворением и перекрестным оплодотворением. Проявление закономерностей наследования в популяциях самооплодотворяющихся и перекрестнооплодотворяющихся организмов различны.

Рассмотрим особенности наследования в популяциях организмов с самооплодотворением, типичным примером которых являются самоопыляющиеся растения. У высших животных и у растений-перекрестноопылителей к гомозиготизации приводит родственное скрещивание, или инбридинг, широко применяемое в селекции. У человека к такому же результату приводят родственные браки.

Определим частоты генотипов и фенотипов по окраске венчика (А - красная, а - белая) в пяти поколениях при

самоопылении растений гороха при определенном соотношении исходных растений. В качестве примера разберем случай с исходным соотношением: 3Аа и 2аа. Прежде всего следует выбрать какой-либо коэффициент размножения. Наиболее удобно принять, что каждый организм дает четырех потомков. Теперь можно приступить к расчету частот генотипов в пяти последовательных поколениях. В исходном поколении - 40% рецессивных гомозигот и 60% гетерозигот. Три исходных растения Аа дадут при самоопылении 12 потомков (3x4) в соотношении по генотипу 1:2:1, или 3АА : 6Аа : 3аа. Два гомозиготных аа дадут 8 (2x4) подобных себе потомков. Итого в F₁ будет 3АА, 6Аа и 11 аа, или уже 70% гомозигот АА и аа по сравнению с 40% в исходном поколении. Получаем F₂, ведя расчет подобным же образом: 18АА, 12Аа и 50аа. В целях удобства здесь и в последующем, где это можно сделать, сокращаем коэффициенты на 2 и получаем 9АА, 6Аа и 25аа, т. е. число гомозигот возрастает до 85%. Ведя расчет и дальше таким же образом, в F₅ получаем соотношение 93АА, 6Аа и 221аа, т. е. уже 98,13% гомозигот.

Таким образом, наблюдается процесс гомозиготизации - возрастание числа гомозиготных генотипов (с 40,00 до 98,13%). Следствием гомозиготизации является также появление гомозиготных доминантных генотипов, число которых возрастает от поколения к поколению и которых не было среди исходных форм. Обратите внимание, что начиная с F₁ пропорция гетерозигот от поколения к поколению уменьшается ровно в два раза. И еще один интересный факт: благодаря гомозиготизации постоянно увеличивается число рецессивных фенотипов (аа).

Правильность всех расчетов можно проверить по формуле, по которой рассчитывается соотношение в разных поколениях при самооплодотворении исходных форм:

$$\begin{array}{r}
 AA \qquad \qquad \qquad Aa \qquad \qquad \qquad aa \\
 (2^n - 1) \times K_{Aa} \qquad 2 \times K_{Aa} \qquad (2^n - 1) \times K_{Aa} \\
 + \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad + \\
 2^{n+1} \times K_{AA} \qquad \qquad \qquad 2^{n+1} \times K_{aa} \\
 \hline
 2^n \times (2 \times K_{AA} + K_{Aa}) - K_{Aa} \qquad \qquad \qquad 2^n \times (2 \times K_{aa} + K_{Aa}) - K_{Aa}
 \end{array}$$

где K_{Aa} , K_{AA} , K_{aa} — коэффициенты, стоящие перед соответствующим генотипом в исходной популяции, n - порядковый номер поколения (если исходное F_0). Рассчитаем с помощью этой формулы соотношение особей разного генотипа в F_5 для рассмотренного выше примера. Доминантных гомозигот будет $2^5 \times (2 \times 0 + 3) - 3 = 93$. Гетерозигот будет $2 \times 3 = 6$, а рецессивных гомозигот: $2^5 \times (2 \times 2 + 3) - 3 = 224 - 3 = 221$.

Таким образом, получилось такое же соотношение, как и в предыдущих расчетах. Из этого соотношения видно, что в популяции число белоцветковых рецессивных форм возросло от 40% в исходной до 69% в пятом поколении.

Задачи

1. Альбинизм у ржи наследуется как аутосомный рецессивный признак. На обследованном участке 84 000 растений обнаружено 210 альбиносов. Определите частоту гена альбинизма у ржи.
2. Альбинизм у кукурузы наследуется как аутосомный рецессивный признак. У некоторых сортов кукурузы растения-альбиносы встречаются с частотой 25:10000. Определите частоту гена альбинизма у этих сортов кукурузы.
3. На одном из островов было отстреляно 10000 лисиц, из них оказалось 9991 рыжая и 9 белых особей. Рыжий цвет доминирует над белым. Определите процентное соотношение рыжих гомозиготных, рыжих гетерозиготных и белых лисиц.
4. 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. Определите частоту генов красной и белой окраски скота в данном районе.

5. Альбинизм общий наследуется как рецессивный аутосомный признак. Заболевание встречается с частотой 1:20000. Вычислите количество гетерозигот в популяции.

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

7. Глухонмота связана с врожденной глухотой, которая препятствует нормальному усвоению речи. Наследование аутосомно-рецессивное. Средняя частота заболевания колеблется по разным странам. Для европейских стран она равна приблизительно 2:10000. Определите возможное число гетерозиготных по глухонмоте людей в районе, включающем 8000000 жителей.

8. Пентозурия эссенциальная наследуется как аутосомно-рецессивный признак и встречается с частотой 1:50000. Определите частоту доминантного и рецессивного аллеля в популяции.

9. В одном из американских городов в части, представляющей изолят из итальянских переселенцев, в период с 1928 по 1942 г. среди 26000 новорожденных 11 оказалось тяжелой формой талассемии — генотип ТТ. Определите число гетерозигот среди изученной популяции.

10. Наследственная метгемоглобинемия обусловлена аутосомным рецессивным геном и встречается среди эскимосов Аляски с частотой 0,09%. Определите генетическую структуру анализируемой популяции по метгемоглобинемии.

11. В районе с населением в 500000 человек зарегистрировано четверо больных алькаптонурией (наследование аутосомно-рецессивное). Определите количество гетерозигот по анализируемому признаку в данной популяции.

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Методы и задачи генетики.
2. История генетики.
3. Хромосомы эукариот (морфология, химический состав, уровни компактизации хроматина, строение теломеры и центромеры).
4. Сравнительная характеристика свойств гетерохроматина и эухроматина. Диминуция хроматина и хромосом. Значение диминуции.
5. Политенные хромосомы. Хромосомы типа ламповых щеток. В-хромосомы.
6. Кариотип (определение, основные характеристики). Кариотип человека.
7. Митоз, его механизм и биологическое значение.
8. Мейоз, его механизм и биологическое значение.
9. Гаметогенез у животных (овогенез и сперматогенез).
10. Микроспорогенез и макроспорогенез, микрогаметогенез и макрогаметогенез у покрытосеменных растений.
11. Гибридологический метод изучения наследственности. Основные понятия и термины генетики.
12. Закон единообразия и его цитологические основы. Закон расщепления, его цитологические основы и статистический характер. Отклонение от ожидаемого расщепления.
13. Тетрадный (гаметический) анализ.
14. Возвратное и анализирующее скрещивание.
15. Закон независимого наследования признаков. Расщепление по фенотипу и генотипу при дигибридном скрещивании при независимом наследовании признаков.
16. Менделевское расщепление у разных видов живых организмов и у человека.
17. Три - и полигибридное скрещивание при независимом наследовании признаков.
18. Неполное доминирование при моногибридном скрещивании. Неполное доминирование при дигибридном скрещивании по одной паре признаков и по двум парам признаков.

19. Явление комплементарности (расщепление 9:7, 9:3:4, 9:3:3:1, 9:6:1).
20. Явление доминантного и рецессивного эпистаза.
21. Взаимодействие между аллельными генами.
22. Кумулятивная и некумулятивная полимерия.
23. Сцепленное наследование признаков. Генетические доказательства кроссинговера. Цитологические доказательства кроссинговера.
24. Величина кроссинговера и линейное расположение генов в хромосоме. Хромосомная теория наследственности. Современные методы картирования хромосом.
25. Прогамный, сингамный, эпигамный типы определения пола. Хромосомный механизм определения пола.
26. Наследование при гетерогаметности мужского пола. Наследование при гетерогаметности женского пола.
27. Наследование при не расхождении половых хромосом.
28. Наследование через X хромосому летальных признаков. Признаки ограниченные полом и признаки, зависящие от пола.
29. Балансовая теория определения пола.
30. Нерегулярные типы полового размножения (партеногенез, апомиксис, гиногенез, андрогенез).
31. Гинандроморфизм, гермафродитизм и интерсексуальность.
32. Признаки, сцепленные с полом у человека.
33. Определение пола в процессе онтогенеза у человека.
34. Комбинативная изменчивость.
35. Гаплоидия и гетероплоидия. Анеуплоидия по аутосомам и половым хромосомам у человека.
36. Полиплоидия. Преодоление стерильности отдаленных растительных гибридов методом полиплоидизации.
37. Делеции, их виды, значение для картирования хромосом. Примеры делеций у человека.
38. Парацентрические и перицентрические инверсии. Инверсии - фактор приспособлений популяций к среде обитания.
39. Дупликации. Явление неравного кроссинговера.
40. Транслокации, их виды, влияние на жизнеспособность организмов.
41. Изохромосомы. Кольцевые хромосомы.

42. Типы и последствия генных мутаций. Генные мутации у человека.
43. Множественный аллелизм.
44. Методы учета генных мутаций.
45. Спонтанный и индуцированный мутагенез.
46. Генетико-автоматические процессы в популяции.
47. Учение Н.И. Вавилова о центрах многообразия и происхождения культурных растений и его закон гомологических рядов наследственной изменчивости.
48. Модификационная изменчивость. Пенетрантность и экспрессивность. Норма реакции. Статистические закономерности модификационной изменчивости. Типы модификационных изменений.
49. Закон Харди-Вайнберга. Влияние мутаций, отбора и миграций на генетическую структуру популяций.
50. Генетическая структура в популяциях самооплодотворяющихся организмов.
51. Селекция животных (методы оценки сельскохозяйственных животных, разведение чистопородных линий, отдаленная гибридизация, отбор односторонний, комплексный, массовый и индивидуальный).
52. Селекция растений (типы скрещивания при внутривидовой гибридизации, отдаленная гибридизация, массовый и индивидуальный отбор).
53. История изучения и свойства генетического кода.
54. Доказательства генетической роли ДНК.

Литература

Основная

1. Ватти К.В., Тихомирова М.М. Руководство к практическим занятиям по генетике. М., 1979.
2. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. М., 1989.

Дополнительная

1. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика: в 3-х т. М.: Мир, 1987, 1988.
2. Алиханян С.И. Общая генетика. М.: Высш. шк., 1985.
3. Биология: Учеб. для студентов мед. спец. вузов: В 2 кн. Под ред. В.Н. Ярыгина. М.: Высш. шк., 2003.
4. Бочков Н.П. Клиническая генетика. М.: Медицина, 1997.
5. Вавилов Н.И. Закон гоиологических рядов в наследственной изменчивости. Л., 1967.
6. Ватти К.В., Тихомирова М.М. Сборник задач по генетическому анализу. Л., 1973.
7. Генетика. Под ред. акад. РАМН В.И. Иванова. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007.
8. Геномика – медицине. Под ред. акад. РАМН В.И. Иванова и акад. РАН Л.Л. Киселева. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005.
9. Гершензон С.М. Основы современной генетики. Киев: Наукова думка, 1983.
10. Гершкович И. Генетика. М.: Наука, 1968.
11. Гутман Б., Гриффитс Э., Сузуки Д., Кулис Т. Генетика. М., 2004.
12. Дубинин Н.П. Общая генетика. М.: Наука, 1986.
13. Жимулев И. Ф. Общая и молекулярная генетика. Изд-во Новосиб. ун-т, 2002.
14. Лобашев М.Е. Генетика. Л.: ЛГУ, 1967.
15. Льюин Б. Гены. М.: Мир, 1987.

16. Мендель Г. Опыты над растительными гибридами. М., 1965.
17. Топорнина Н.А., Стволинская Н. С. Генетика человека: Практикум для вузов. М.:Владос, 2001.
18. Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека: в 3-х томах. М.: Мир, 1989.
19. Шевченко В. А. Генетика человека: учеб. для студентов вузов. М.: ВЛАДОС, 2004.

Учебное издание

Филинкова Татьяна Николаевна

Сборник задач по генетике для студентов географо-биологического факультета

Подписано в печать

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Формат 60x90/16. Усл. печ. 3,8. Тираж 100 экз.

Отпечатано в Отделе множительной техники

Уральского государственного педагогического университета

620017 Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26.