

Московская олимпиада школьников. Генетика. 8 класс. Отборочный этап, 2023/24

10:00—23:59 11 фев 2024 г.

I часть

Вам предлагаются задания с выбором одного правильного ответа.

№ 1

1 балл

Задание 1.1

Гены А, В и С располагаются на 1 хромосоме в соответствующем порядке. Между генами А и В 20 сМ, между генами В и С – 30 сМ. Какую долю будут составлять организмы ааввсс в потомстве от скрещивания тригетерозигот ABC // авс?

а) 6.25%

б) 7.84%

в) 9.61%

г) 6%

№ 2

1 балл

Задание 1.2

Ива белая — двудомное тетраплоидное растение, которое является высоким раскидистым деревом, растущим вдоль рек и озёр на большей части территории Евразии. Это растение используют при озеленении околородных территорий. Ива белая неустойчива к парше, вызываемой грибом-аскомицетом *Pallacia saliciperda*. Селекционеры трансформировали при помощи агробактерии культуру клеток листа ивы белой, вставив в ядерный геном, в шестую аутосому, ген IR. Агробактерия имеет плазмиду, в которую можно вставить ген интереса, при трансформации этот ген вводится в геном растения. Ген IR кодирует белок-ингибитор одного из ферментов синтеза вторичного метаболита *Pallacia saliciperda*, без которого этот грибок не может противостоять врождённому иммунитету ивы. Из трансформированной культуры клеток вырастили 10 молодых деревьев. Все деревья оказались женскими особями. Женские деревья скрестили с мужским растением дикого типа. Выберите верное утверждение о результатах такого скрещивания.

- а) Все потомки первого поколения будут иметь по два аллеля IR в ядерном геноме.
- б) Все мужские особи первого поколения не будут иметь ген IR.
- в) 1/4 женских особей будут нести по одному аллелю IR.
- г) Среди потомков могут оказаться особи, не несущие ген IR.

№ 3

1 балл

Задание 1.3

Белок М ответственен за желтую окраску некоторого организма, в популяции его ген представлен двумя аллелями— В и b. Аллель В кодирует функциональный белок, а аллель b нет, наличия одного функционального аллеля достаточно для развития окраски. Предположим, что в равновесной популяции нашего организма частота аллеля b составляет 0.3. Исследователь случайным образом выбирает из популяции организм желтого цвета и скрещивает его с организмом без цвета. Какова вероятность того, что все потомки от этого скрещивания будут иметь желтый цвет? Округлите до второго знака после запятой.

- а) 0,50
- б) 0,49
- в) 0,37
- г) 0,54

№ 4

1 балл

Задание 1.4

Ген А существует в популяции в 8 аллельных вариантах (A1, A2, ... A8). Рассчитайте, какое теоретическое количество генотипов возможно у диплоидного организма по данному гену.

а) 16

б) 24

в) 36

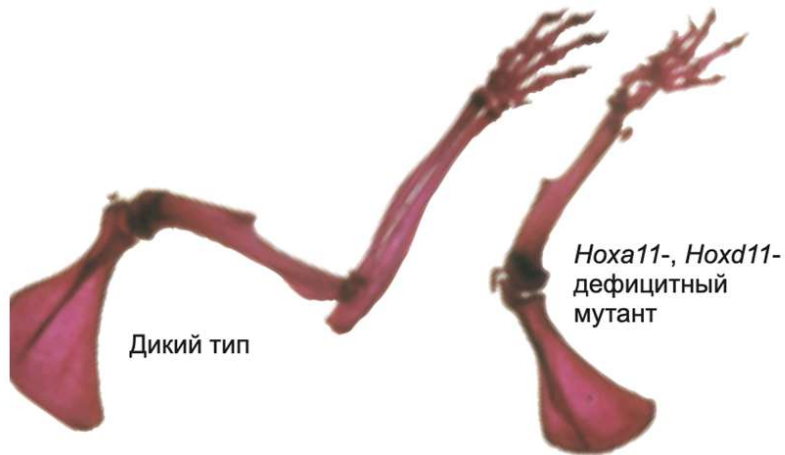
г) 64

№ 5

1 балл

Задание 1.5

Правильное развитие проксимо-дистальной оси конечности (от плеча к кисти и пальцам) зависит от правильной пространственной активности генов Hox. Разные гены этого генного семейства отвечают за развитие разных частей конечности. На фото ниже представлена передняя конечность мутанта по гену Hox 11. Предположите, какая часть задней конечности будет нарушена у такого мутанта?

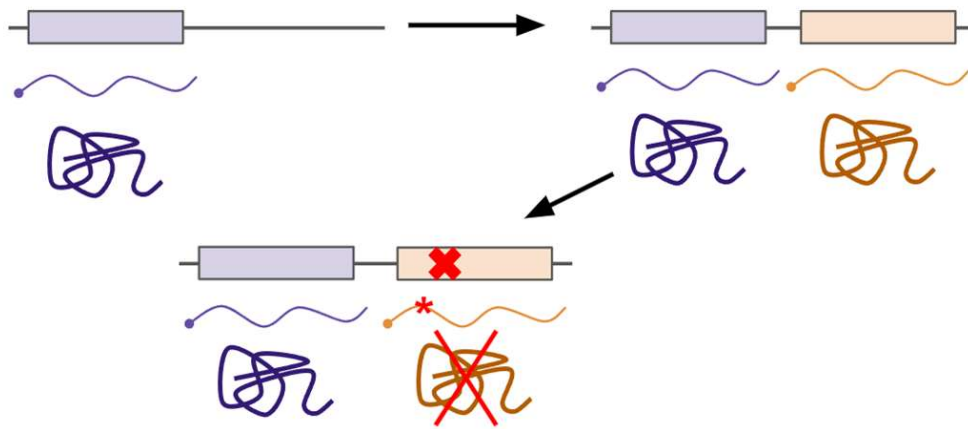


- а) бедро
- б) голень
- в) предплюсна и плюсна
- г) пальцы

1 балл

Задание 1.6

На схеме ниже изображено одно из направлений эволюции белок-кодирующих генов после дубликации. Внимательно изучите изображение и укажите, как можно описать данный процесс.

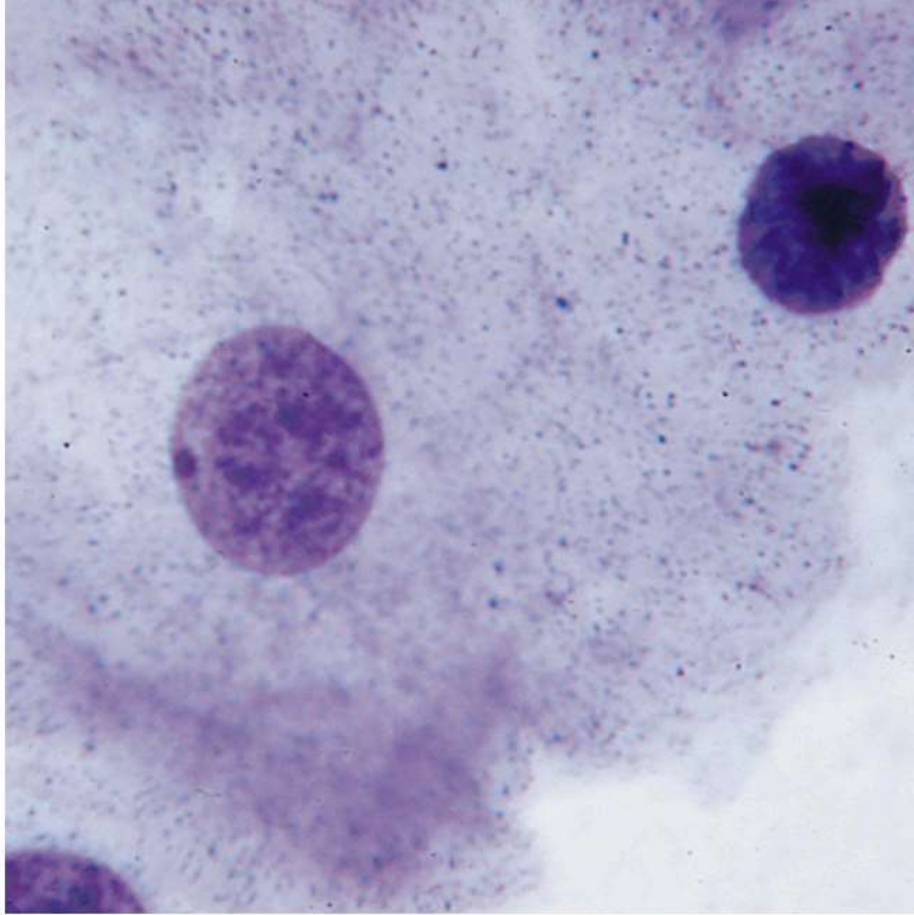


- а) потеря дублицированной копии в результате накопления мутации
- б) специализация новой копии на выполнении похожей функции
- в) приобретение новой копией совершенно новой функции (например, изменение катализируемой ферментативной реакции)
- г) разделение и сохранение исходной функции, приводящее к формированию белка гетеродимера, вместо гомодимера

1 балл

Задание 1.7

При слепом цитологическом исследовании биопсии пациента в ядре клетки было найдено плотное гетерохроматиновое образование, не несущее никаких активных функций. Основываясь на знаниях классической генетики и процессов экспрессии генов, цитогенетик мог предположить, что:



- а) Биоптат был взят у пациента мужского пола
- б) Биоптат был взят у пациента с трисомией по 17 хромосоме
- в) Биоптат был взят у пациента с неактивной Y-хромосомы
- г) Биоптат был взят у пациента женского пола

№ 8

1 балл

Задание 1.8

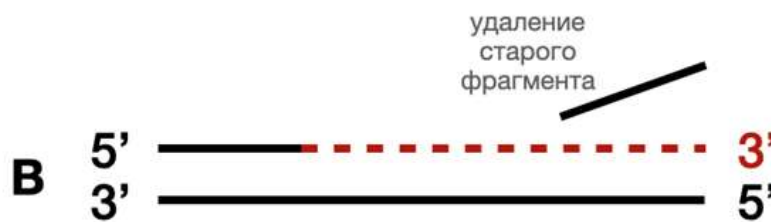
Синдром Дауна может возникнуть в результате:

- а) делеции теломер
- б) инверсии
- в) робертсоновской транслокации
- г) дубликации короткого плеча 23 хромосомы

1 балл

Задание 1.9

ДНК-полимераза I кишечной палочки является первой идентифицированной полимеразой. Фермент представляет из себя полипептид, в котором можно выделить 3 домена: N-концевой домен обладает 5'-3' экзонуклеазной активностью, С-концевой домен обладает 5'-3' полимеразной активностью. Наконец, срединный домен обладает 3'-5' экзонуклеазной активностью. При обработке трипсином можно провести гидролиз ДНК полимеразы I с образованием фрагмента Клёнова (Klenow fragment), у которого отсутствует 5'-3' экзонуклеазная активность. На рисунке представлены 4 варианта активности. Выберите, какая активность может наблюдаться у фрагмента Клёнова, но не у полного фермента ДНК-полимеразы I.


 а)

 б)

 в)

 г)

№ 10

1 балл

Задание 1.10

Трисомиков сорта краснозерной кукурузы скрестили с диплоидной белозерной кукурузой. Все потомство было красноплодным. Что получится при скрещивании растения трисомика из потомства F1 с родительским диплоидным белозерным растением, если известно, что ген, определяющий окраску зерен, локализован на хромосоме, по которой наблюдалась трисомия?

- а) красные плоды (единообразие)
- б) расщепление на красных и белых 1:1
- в) расщепление на красных и белых 3:1
- г) расщепление на красных и белых 5:1

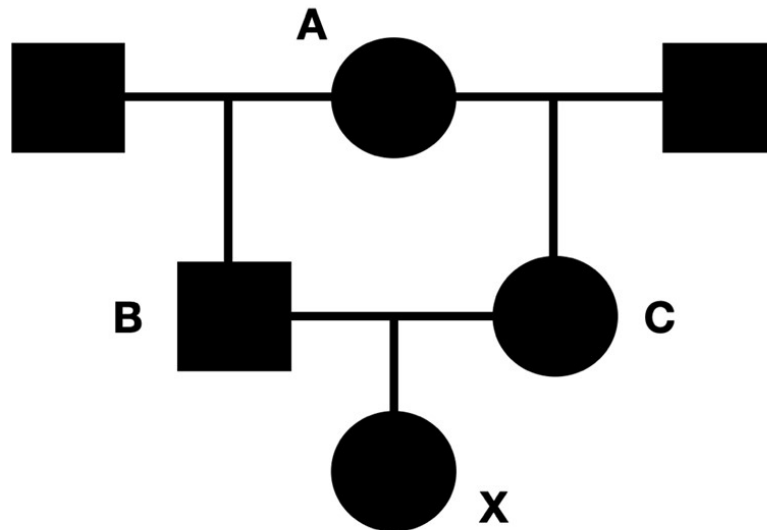
II часть

Вам предлагаются задания с множественным выбором ответа.

5 баллов

Задание 2.1

При изучении генетического разнообразия небольших популяций ученые часто сталкиваются с проявлениями инбридинга, вносящего ошибку в определение истинных частот аллелей. Одним из способов оценить такую ошибку является расчет коэффициента инбридинга (F) – вероятности того, что два аллеля в потомке унаследовались от единой копии в общем предке.

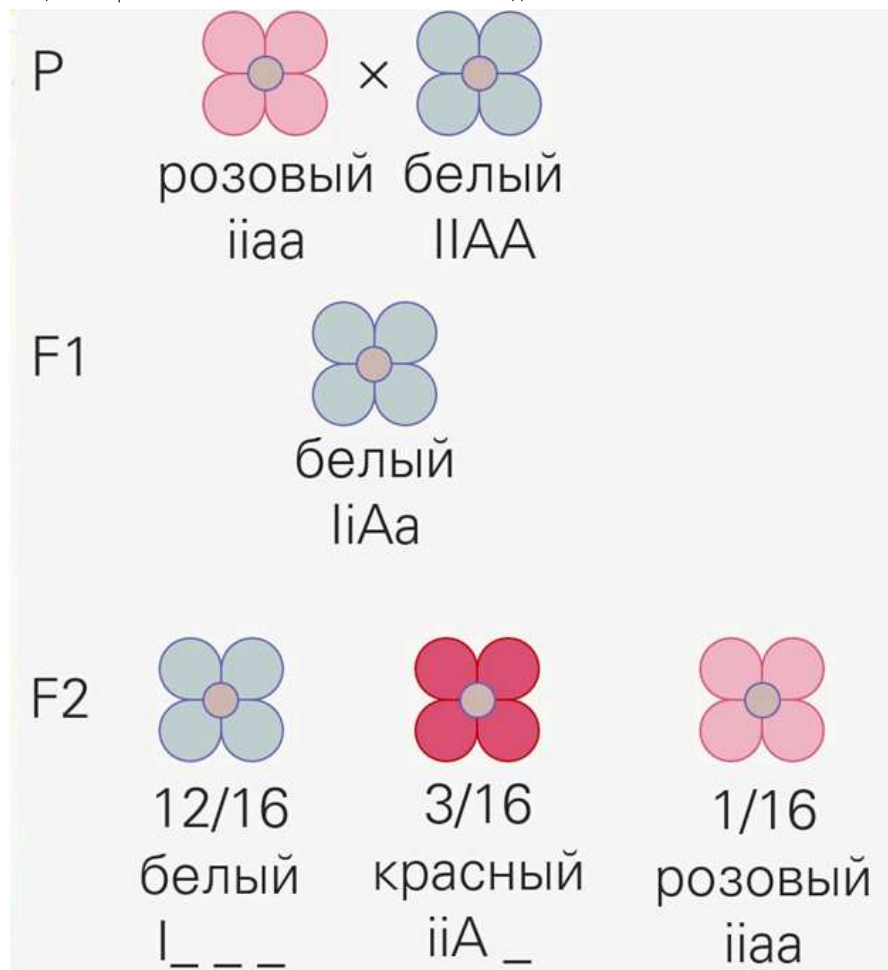


- а) Коэффициент инбридинга особи X (F_x) равен $1/8$.
- б) Коэффициент инбридинга для еще одного ребенка от B и X составит $3/32$.
- в) Если предположить, что коэффициент инбридинга особи A (F_A) составляет $1/2$, то коэффициент инбридинга для еще одного ребенка от B и C составит $3/16$.
- г) С учетом коэффициента инбридинга (F) для расчета пропорции доминантных гомозигот в популяции можно использовать формулу $f_{A/A} = p^2 + 2pqF$, где p – доля аллеля A, а q – аллеля a.
- д) Чем ниже доля рецессивного аллеля q в популяции, тем сильнее инбридинг повышает риск появления рецессивной гомозиготы в потомстве.

5 баллов

Задание 2.2

Рассмотрите рисунок, показывающий характер наследования окраски венчика цветка. Выберите пункты, с помощью которых можно описать механизм такого наследования.



а) одновременное действие двух доминантных аллелей дает уникальный вариант признака

б) полимерия

в) проявление одного гена может подавляться супрессором

г) рецессивный эпистаз

д) проявление признака регулируется неаллельными генами

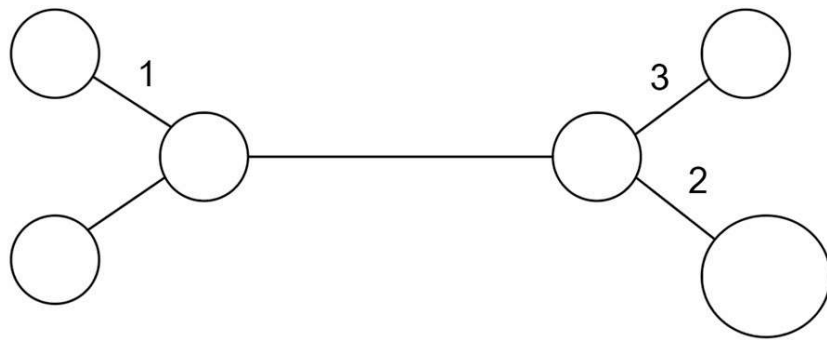
№ 3

5 баллов

Задание 2.3

На картинке ниже показан результат выравнивания нескольких последовательностей генов у 7 индивидов. * обозначены информативные сайты. Учитывая индель (вставка или делеция) и вставку микросателлитной последовательности (обозначены символами -), а также проявляемые гаплотипы индивидов (уникальные последовательности, характерные для каждой особи), заполните дерево по принципу максимальной парсимонии (экономии мутаций). Определите верные пары позиция (место на филогенетическом дереве, в котором произошла мутация) — номер SNP (номер нуклеотида, по которому произошла замена).

Индивид	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Гаплотип	
1	G	G	C	A	T	C	G	C	G	C	G	C	G	T	T	A	C	G	T	A	G	A	G	A	G	A	G	A	G	T	G	A	A	T	C	A	
2	G	G	C	A	A	C	G	C	G	C	C	G	T	T	A	C	G	T	A	G	A	G	A	G	A	G	A	G	T	G	A	A	T	C	C	B	
3	G	G	G	A	T	C	G	C	G	C	C	G	T	T	A	C	G	T	A	G	A	G	A	G	A	G	A	G	T	G	A	A	T	C	C	C	
4	G	C	C	A	T	C	G	C	T	C	C	G	T	T	A	C	T	T	A	G	A	G	A	G	-	-	-	-	G	T	T	A	G	T	C	C	D
5	G	C	C	A	T	C	G	C	T	C	-	-	-	T	A	C	T	T	A	G	A	G	A	G	-	-	-	-	G	T	T	A	G	T	C	C	E
6	G	C	C	A	T	C	G	C	T	C	-	-	-	T	A	C	T	T	A	G	A	G	A	G	-	-	-	-	G	T	T	A	G	T	C	C	E
7	G	C	C	A	T	C	G	C	T	C	C	G	T	T	A	C	T	T	A	G	A	G	A	G	-	-	-	-	C	T	T	A	G	T	C	C	F



- а) 1 - SNP 9
- б) 2 - SNP 11-13 (вставка или делеция)
- в) 1 - SNP 5
- г) 3 - SNP 29
- д) 3 - SNP 17

5 баллов

Задание 2.4

Для изучения механизма репликации в культивируемых лимфоцитах периферической крови человека был поставлен следующий эксперимент. К клеткам добавляли бромдезоксисуридин (BrdU) на время, равное времени двух полных клеточных циклов, после чего на короткое время добавляли к клеткам колцемид для остановки клеток в метафазе. Далее готовились препараты хромосом в метафазе митоза, которые затем обрабатывались флуоресцентным красителем Hoechst 33258. Этот краситель хуже связывается с ДНК, содержащей BrdU вместо тимина, чем с обычной ДНК. Окрашенные таким образом препараты хромосом изучались с помощью флуоресцентного микроскопа. На рисунке показана микрофотография хромосом, полученная с помощью описанной методики. Интенсивность окраски хромосом на рисунке обратно пропорциональна содержанию BrdU в них. Проанализируйте результаты эксперимента и выберите верные утверждения.



- а) Результаты эксперимента свидетельствуют о полуконсервативном механизме репликации в клетках человека
- б) Число хромосом в кариотипе человека равно 44
- в) Характер окраски хромосом не изменился бы, если бы BrdU добавляли клеткам на время, равное времени одного клеточного цикла, а не двух
- г) Результаты эксперимента свидетельствуют о протекающем в клетках обмене гомологичными участками ДНК между хроматидами одной и той же удвоенной хромосомы
- д) Результаты эксперимента показывают, что лимфоциты в культуре делятся не только митозом, но и мейозом

№ 5

5 баллов

Задание 2.5

У некоторого организма существует белок X, который является гомоолигомером. Он состоит из 6 субъединиц, наличие одной или двух мутантных субъединиц не мешает белку X нормально выполнять свою функцию, но наличие трех или более мутантных субъединиц делает белок X нефункциональным. Пусть в геноме организма ген субъединицы представлен в трех копиях, то есть существует 3 гена – А, В и С. У каждого из них по два аллеля, с аллеля, обозначенного большой буквой, синтезируется нормальный белок, а с обозначенного маленькой буквой – мутантный. У организма с генотипом AaBbCc будет одинаковое количество нормальных и мутантных субъединиц, которые случайным образом будут комбинироваться между собой, формируя 6-субъединичный белок X. Для формирования нормального фенотипа, больше половины молекул белка X должны быть функциональными, то есть иметь менее трех мутантных субъединиц. Выберите пары родителей, в скрещивании которых половина или больше потомков будут иметь нормальный фенотип.

а) AABbCC x aabbcc

б) AABbcc x AAbbCc

в) AaBbCc x AaBbCc

г) aaBbCC x AABbCC

д) aaBBcc x aaBBCC

III часть

Вам предлагаются задания с развернутым ответом.

2 балла

Задание 3.1

Для изучения взаимодействий ДНК и белка применяется метод ДНК футпринтинга. Для этого синтезируют фрагмент ДНК, соответствующий предполагаемому участку связывания. Затем одну из цепей ДНК помечают радиоактивным зондом на 3'-конце, чтобы можно было детектировать фрагменты ДНК, содержащие эту метку. К меченым фрагментам добавляют целевой белок, связывание которого необходимо изучить, а затем обрабатывают комплексы ДНК–белок неспецифическими нуклеазами, которые расщепляют любые фосфоэфирные связи вне зависимости от последовательности. Затем полученные фрагменты ДНК разделяют с помощью гель-электрофореза и детектируют с помощью радиоактивной метки. На схеме ниже показан результат такого электрофореза для фрагмента длиной 50 нуклеотидов. Определите, какую длину (в парах оснований) имеет зона связывания целевого белка. На каком расстоянии от 5'-конца меченой цепи ДНК начинается зона связывания.



Длина зоны связывания:

28

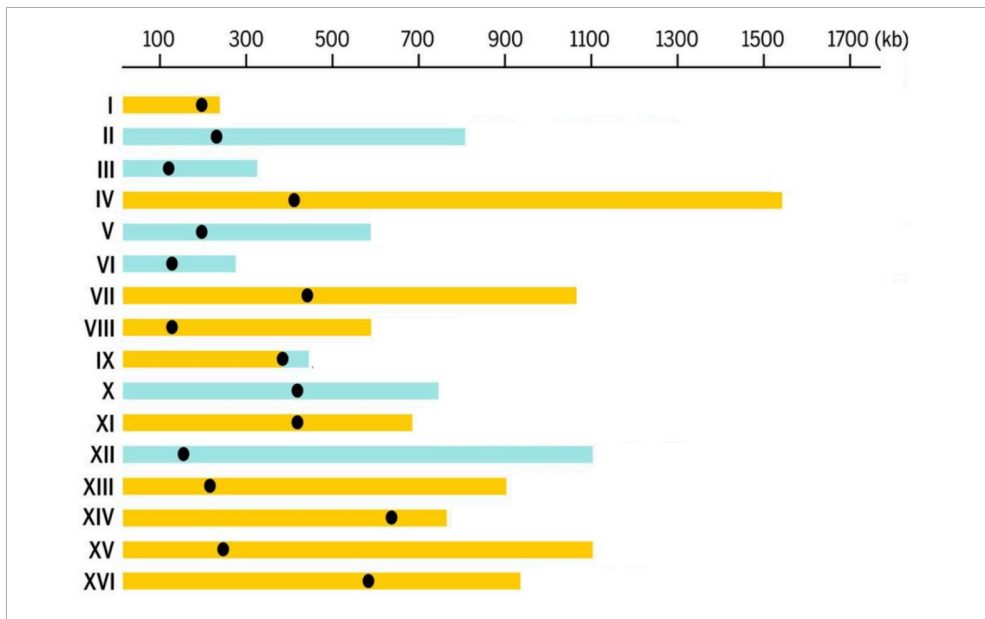
Расстояние до 5'-конца:

13

17 баллов

Задание 3.2

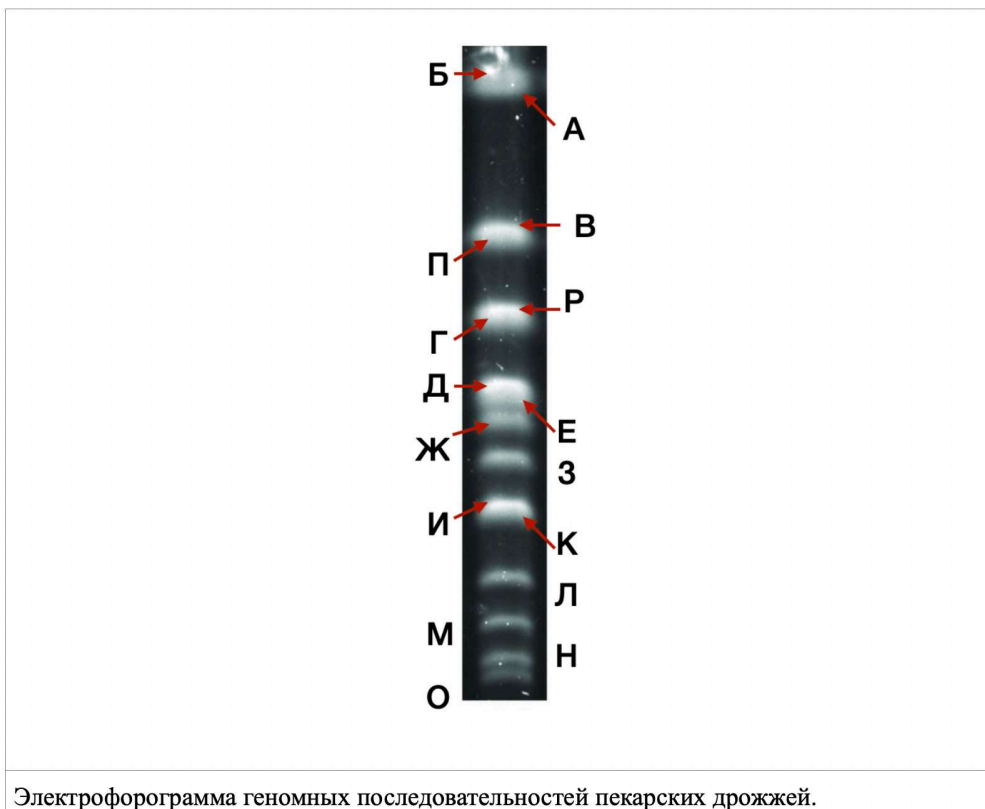
При использовании обычного электрофореза в агарозном геле размер разделяемых молекул обычно ограничен 30 kb (килобазами, 30.000 нуклеотидами). Однако для большого количества геномных исследований зачастую необходимо разделять целые хромосомы. Для этого используется метод пульсирующего электрофореза, при котором направление электрического поля периодически меняется. В результате в геле быстрее движутся те молекулы, которые могут быстро переориентироваться в новых условиях. На гистограмме показаны размеры хромосом у пекарских дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*). На электрофорограмме представлены полосы, соответствующие хромосомам.



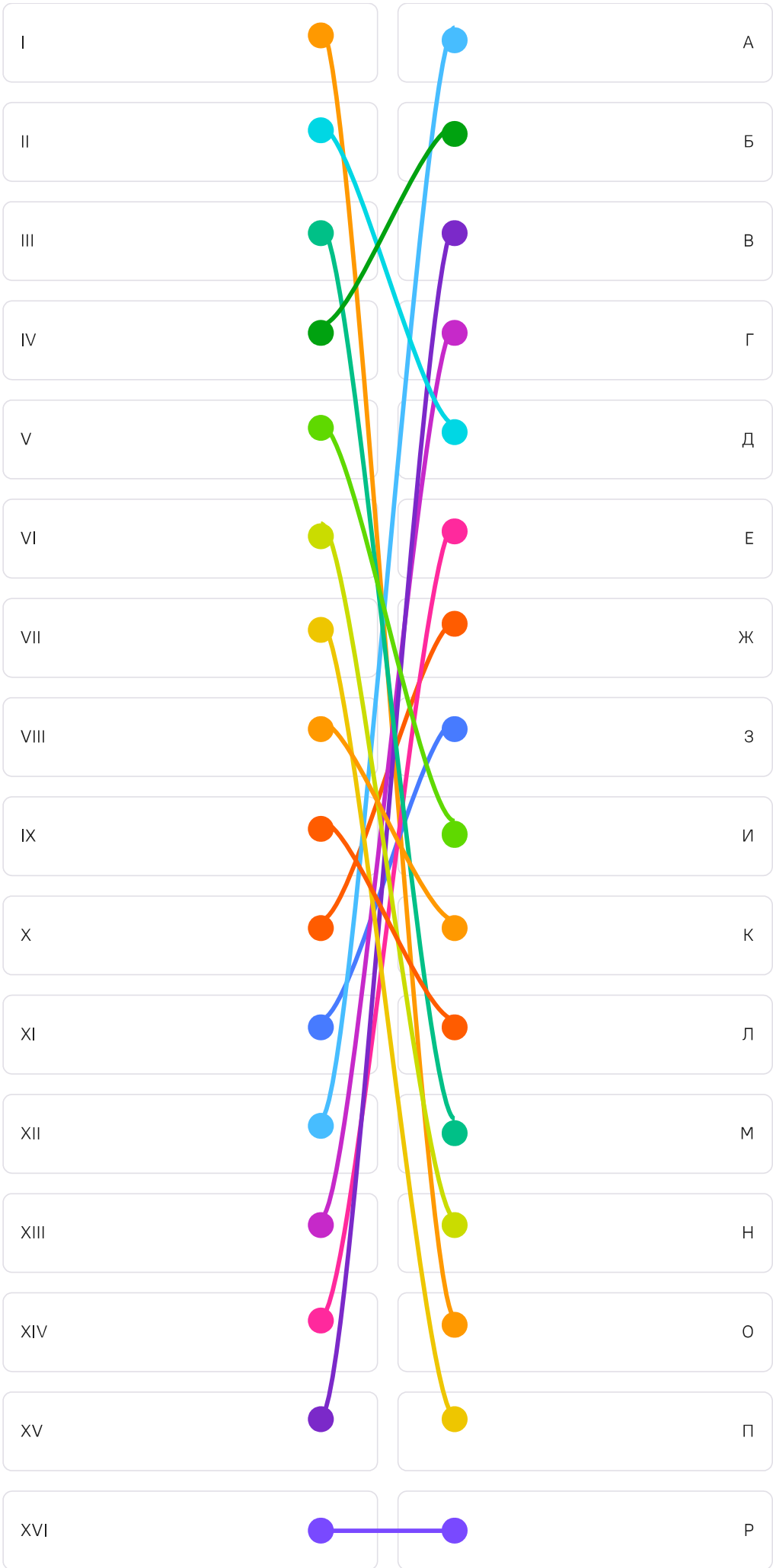
Размер хромосом у *S.cerevisiae*.

Источник: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/datasets/genome/GCF_000146045.2/

Соотнесите полосы, обозначенные буквами, с хромосомами, обозначенными римскими цифрами.



Электрофорограмма геномных последовательностей пекарских дрожжей.



При проведении пульс-фореза в агарозном геле используют интеркалирующий краситель — бромистый этидий. Было установлено, что для того, чтобы полоса ДНК на геле могла быть различима глазом, необходимо, чтобы масса ДНК составляла 3 нанограмма. Сколько копий VII хромосомы пекарских дрожжей будет находиться в такой полосе, при условии, что хроматин выделяли из интерфазных клеток (G1)? При ответе считайте, что молекулярная масса одной пары нуклеотидов соответствует 660 атомарных единиц.

2499929

№ 3

3 балла

Задание 3.3

В скрещивании двух дигетерозиготных цветков душистого горошка было получено расщепление 7:3:6 по признаку цветка, где 7/16 потомства имели белые цветки, 6/16 имели розовые цветки, а 3/16 имели ярко-пурпурные цветки. Известно, что организм с генотипом $aaBB$ имеет белые цветки, а организм с генотипом $AABb$ имеет розовые цветки.

Какая доля потомства будет иметь розовые цветки при скрещивании организмов с генотипами $AaBb$ и $AABb$?

Ответ запишите в процентах, округлив до целых.

50

Какая доля потомства будет иметь розовые цветки при скрещивании организмов с генотипами $AaBb$ и $aaBb$?

Ответ запишите в процентах, округлив до целых.

25

Оказалось, что существует ген C , который в рецессивном состоянии эпистатически подавляет гены A и B , в результате чего все цветки оказываются белыми. Какой будет доля потомства с белыми цветками в результате скрещивания тригетерозигот? Ответ запишите в процентах, округлив до целых.

58

№ 4

5 баллов

Задание 3.4

Ваша лаборатория занимается изучением генетических особенностей различных представителей семейства Бобовые. Выполняя задачу, поставленную вашим научным руководителем, вы скрестили гомозиготное растение душистого горошка (*Lathyrus odoratus*) с фиолетовыми цветками и длинными пыльцевыми зёрнами (доминантные признаки) с гомозиготным растением из другой линии душистого горошка с красными цветками и круглыми пыльцевыми зёрнами. В первом поколении все растения имели фенотип первого родителя. При последующем анализирующем скрещивании потомков первого поколения появилось 640 особей имеющих четыре разных фенотипа: 260 особей имели фиолетовые цветки и длинные пыльцевые зёрна, 252 имели красные цветки и круглые пыльцевые зёрна, 78 имели фиолетовые цветки и круглые пыльцевые зёрна, 50 имели красные цветки и длинные пыльцевые зёрна. Все признаки, о которых идет речь в задаче, являются моногенными.

Напишите теоретическое расщепление, которое вы наблюдали бы, если предположить, что наследование генов не является сцепленным. Ответ запишите в формате последовательности чисел без разделителей и пробелов.

1111

Определите расстояние между генами, отвечающими за окраску цветов и форму пыльцевых зёрен, если они сцеплены (ответ укажите в сантиморганидах).

20

Научный руководитель перед началом эксперимента предложил вам предположить, каким будет расщепление. Вы, не задумываясь, предположили: 160, 160, 160, 160 (в пересчете на 640). Используя предполагаемое расщепление и то расщепление, которое Вы получили в ходе эксперимента, рассчитайте значение χ^2 -квadrat (в ответе укажите целое число).

233

Укажите количество степеней свободы.

3

Оцените верность гипотезы.

df	
1	3,841
2	5,991
3	7,815
4	9,488
5	11,070



Верная гипотеза











№ 5

8 баллов

Задание 3.5

Селекционер вывел два новых сорта болгарского перца. На протяжении нескольких лет он обеспечивал условия для самоопыления растений, что привело к фиксации стабильных характеристик растений от поколения к поколению в рамках каждого сорта. Селекционер решил получить гибрид этих двух сортов для исследования: были выбраны следующие признаки, которые наследуются по механизму полного доминирования: Н — высокое растение, г — плоды красного цвета, f — вытянутая форма плода, D — устойчивость к засухе. Пыльца диплоидного высокого засухоустойчивого растения, от которого получал плоды желтого цвета вытянутой формы, была перенесена на пестик тетраплоидного низкого незасухоустойчивого растения, на котором выростали красные плоды приплюснутой формы.

Сопоставьте предложенные формулы генотипов материнскому и отцовскому организмам, а также организму зародыша, эндосперма и околоплодника.

Отцовский организм			HhhhhRrrrrFFFFDdddd
Материнский организм			HRRRffDD
Зародыш			hhhhrrrrFFFFddd
Эндосперм			HhRrFFfDdd
Околоплодник			HhhRrFFfDdd

В соматической клетке отцовского организма 24 хромосомы. Определите количество молекул ДНК в постсинтетическом периоде интерфазы в клетке материнского организма.

96

Рассчитайте количество центромер в клетке материнского организма в анафазе мейоза I.

48

Укажите количество теломер в клетке материнского организма в анафазе мейоза II.

96