

Московская олимпиада школьников по генетике, 13.03.2022

Заключительный этап. Теоретический тур.

8 класс.

1. Различные системы групп крови определяются молекулами, находящимися на поверхности эритроцитов. Одна из самых известных систем групп крови контролируется геном, отвечающим за синтез фермента, присоединяющего к липидам мембран эритроцитов определённые сахара. По этому гену существует три аллеля: два из них приводят к синтезу работающих белков, присоединяющих к липидам два разных вида сахаров, соответственно. Третий аллель кодирует нефункциональный белок, неспособный присоединять к липидам сахара.

1.1. О какой системе определения групп крови идёт речь? Как взаимодействуют между собой все три аллеля в данной системе? Сколько фенотипов (то есть по сути разных групп крови по данной системе) может наблюдаться в популяциях людей?

1.2. Другая система групп крови контролируется геном, кодирующим белок, интегрированный в цитоплазматическую мембрану. Ген, отвечающий за этот признак, имеет 2 аллеля: один кодирует рабочий трансмембранный белок, второй – нефункциональный укороченный пептид. Как взаимодействуют между собой аллели в данной системе? Сколько фенотипов (то есть по сути разных групп крови по данной системе) может наблюдаться в популяциях людей?

1.3. Какими рибосомами в клетке синтезируются белки, ответственные за систему групп крови из пункта 1.2? Через какие органеллы клетки проходят эти белки после синтеза, прежде чем достигают клеточной мембраны?

(7 баллов)

2. Определённые нарушения, возникающие во время деления клеток, могут привести к нерасхождению хромосом или хроматид во время анафазы митоза или мейоза. Изобразите схематично, клетки с каким набором хромосом и в каком соотношении образуются после второго деления мейоза, если диплоидная клетка млекопитающего с набором половых хромосом XY вступит в мейоз, в котором произойдёт:

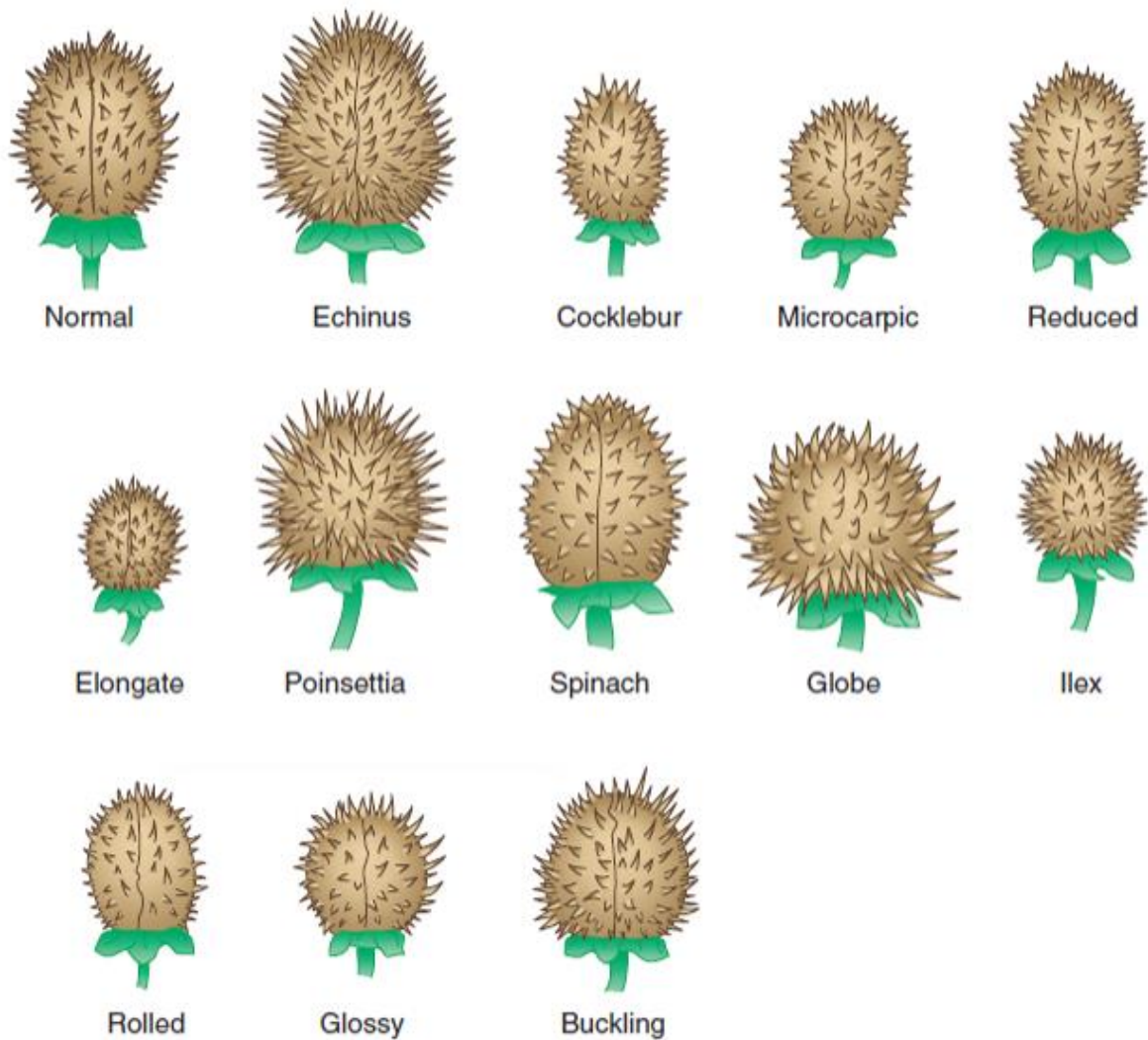
- а) нерасхождение по второй паре аутосом в первом делении мейоза;
- б) нерасхождение по половым хромосомам во втором делении мейоза;
- в) нерасхождение по половым хромосомам в обоих делениях мейоза;
- г) нерасхождение по половым хромосомам в первом делении мейоза и по первой паре аутосом во втором делении.

На каждом схематичном рисунке необходимо изобразить только те хромосомы, с которыми связано нарушение в каждом из пунктов а-г. Для всех клеток на рисунках необходимо подписать общее число хромосом.

(12 баллов)

3. В клетках диплоидного растения *Datura leichhardtii* находится 12 пар хромосом. В таком случае растение имеет нормальный фенотип, как показано на картинке ниже (Normal).

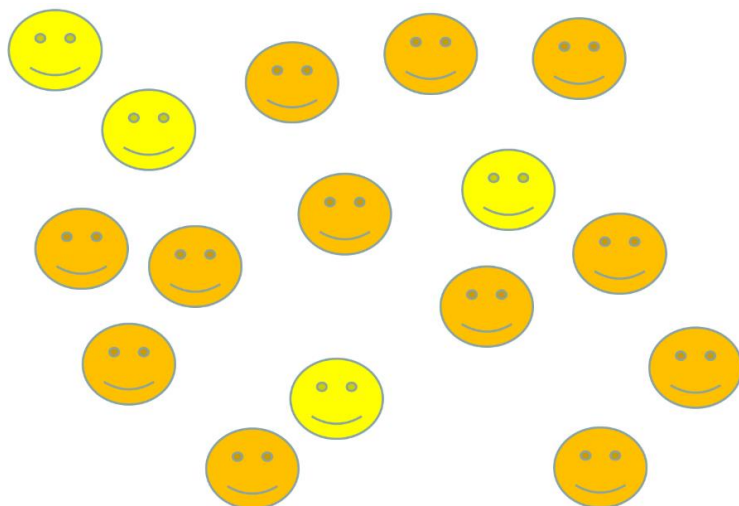
Далее показаны мутанты-трисомики по каждой из 12 пар хромосом, все они имеют разные фенотипы. Какое потомство и в каком соотношении по хромосомному набору и по фенотипу вы ожидаете получить от скрещивания растений Echinus и Spinach между собой? Начните решение задачи с описания гамет, которые образует каждое из этих растений. Считайте, что с вероятностью 10% в первом делении мейоза три гомологичные хромосомы у мутанта не расходятся вовсе. По нормальным парам гомологичных хромосом в первом делении мейоза и по всем хромосомам во втором делении мейоза со 100% вероятностью происходит расхождение. Если растение-потомок является трисомиком по нескольким парам гомологичных хромосом, оно не выживает. Если растение является тетрасомиком по какой-либо паре гомологичных хромосом, то оно проявляет фенотип SuperEchinus или SuperSpinach, соответственно.



(9 баллов)

4.1. У коlobков темная (румяная) окраска доминирует над светлой, при этом ген, отвечающий за румяную окраску, не сцеплен с полом. Считая, что на рисунке ниже

показана репрезентативная выборка из подчиняющейся равновесию Харди-Вайнберга популяции колобков, оцените частоту аллели румяной окраски. Приведите решение.



4.2. У колобков другой признак – текстура корочки определяется двумя генами, A и B , причем аллель a (отвечает за гладкую корочку) подавляет ген B по механизму рецессивного эпистаза. В присутствии аллели A проявляются аллели гена B – B отвечает за ребристую корочку, b – за бугристую корочку. Сколько колобков разных фенотипов Вы ожидаете получить среди 40 потомков от скрещиваний колобков с генотипами $AaBb$ и $aaBb$?

(9 баллов)

5. Исследователь провёл скрещивание чистых линий кирпично-красных и желтых меченосцев.



В потомстве все особи имели кирпично-красную окраску. Затем потомков первого поколения возвратно скрестили с желтыми меченосцами и получили кирпично-красных, желтых, алых и зеленых рыб в равном соотношении.

5.1. Предположите, как наследуется окраска меченосцев:

- а) сколько генов отвечает за это признак;
- б) если генов несколько, наследуются они независимо или сцеплено. Ответ поясните.

5.2. Обозначьте генотипы всех особей, упомянутых в задаче. Изобразите схемы скрещиваний.

5.3. Сколько алых рыб исследователь ожидает получить в выборке из 4800 особей в потомстве от скрещивания между собой гибридов первого поколения? Приведите решение.

(8 баллов)

6. У двудомного диплоидного цветкового растения с планеты Палисад определённая доминантная мутация по гену **A** приводит к накоплению в эндосперме тёмного пигмента. Чем больше доминантных аллелей по этому гену в клетках эндосперма, тем больше пигмента в них накапливается.

6.1. Вспомните пloidность эндосперма цветковых растений и, исходя из этого, напишите, сколько градаций окраски эндосперма может встречаться у растений с планеты Палисад. Ответ поясните.





6.2. Напишите схемы скрещиваний и ожидаемые расщепления для следующих скрещиваний:

- а) женское растение **aa**, мужское растение **AA**;
- б) мужское растение **aa**, женское растение **AA**;
- в) женское растение – гетерозигота, мужское растение – рецессивная гомозигота;
- г) мужское растение – гетерозигота, женское растение – доминантная гомозигота.

(10 баллов)

7. Окраска надкрылий у божьей коровки определяется четырьмя аллелями одного гена.

В таблице представлены фенотипы:

			
axyridis	conspicua	succinea	spectabilis

Чистые линии божьих коровок **conspicua** и **axyridis** скрестили между собой (**скрещивание 1**). В потомстве все особи имели фенотип **conspicua**. Затем скрестили чистые линии **spectabilis** и **succinea** (**скрещивание 2**). В потомстве все особи имели фенотип **spectabilis**. При скрещивании любых особей **succinea** между собой потомство всегда имело одинаковый фенотип. Потомков скрещивания 1 скрестили с потомками скрещивания 2 и получили фенотипы **spectabilis**, **conspicua** и **axyridis** в соотношении **1:2:1** (**скрещивание 3**).

7.1. Пропишите все упомянутые в задаче схемы скрещиваний с указанием генотипов всех особей.

7.2. Можно ли поставить скрещивание, в потомстве которого будут все 4 фенотипа? Ответ поясните.

7.3. Какое расщепление по генотипу и фенотипу вы ожидаете получить от скрещивания:

- а) потомства скрещивания 1 между собой;
- б) потомства скрещивания 2 между собой;
- в) особей **axyridis** из потомства скрещивания 3 с потомством скрещивания 1;
- г) особей **axyridis** из потомства скрещивания 3 с потомством скрещивания 2?

Для каждого пункта приведите решение.

(11 баллов)

8. У императора Николая II и императрицы Александры в реальной истории родились четыре дочери и цесаревич Алексей, больной гемофилией. Гемофилия – это сцепленное с X-хромосомой заболевание.



8.1. Пропишите генотипы всех членов царской семьи.

8.2. Рассчитайте вероятность, с которой все пять детей этой супружеской пары оказались бы здоровы. Приведите решение.

8.3. С какой вероятностью среди этих пяти здоровых детей был бы хотя бы один наследник мужского пола? Приведите решение.

(9 баллов)

9. Гены А и В находятся в одной группе сцепления. При анализирующем скрещивании гетерозиготы АаВв было получено расщепление, в котором доля особей АаВв составила 34%, Ааbb - 16%, aaВb - 16%, aabb - 34%. Какой будет доля особей с генотипом ААbb в потомстве при скрещивании дигетерозигот, полученных от скрещивания чистых линий ААВВ и aabb?

(9 баллов)

10. В 1968 году Роберт Холли, Хар Гобинд Корана и Маршалл Ниренберг получили нобелевскую премию за «Расшифровку генетического кода и его роли в синтезе белков». Одним из основных свойств генетического кода является триплетность, то есть кодирование одного аминокислотного остатка в белке с помощью трёх идущих подряд нуклеотидов.

В ходе расшифровки генетического кода учёные использовали полинуклеотидные цепочки, полученные путем соединения нуклеотидов из раствора одного или нескольких нуклеотидов. Затем такие цепочки использовались в *in vitro* реакции синтеза белка. Таким образом было установлено, что полинуклеотид, синтезированный из смеси, содержащей только урициловые нуклеотиды, кодирует полифенилаланиновые цепочки белков. А полимер из цитидиловых нуклеотидов кодирует полипролиновые пептиды. В таблице ниже показаны результаты нескольких таких экспериментов.

Нуклеотиды в смеси	Полученные аминокислоты в пептидных цепочках
U	Фенилаланин
C	Пролин
U и C (соотношение 1:1) (эксперимент 3)	Фенилаланин, Пролин, Лейцин и Серин (в равных количествах)
U и C (соотношение 5:1) (эксперимент 4)	Фенилаланин, Пролин, Лейцин и Серин (Фенилаланин > Лейцин = Серин > Пролин)

По результатам этих экспериментов заполните таблицу на **последней странице бланка ответов (см. пример ниже)**.

Триплет	Вероятность появления в эксперименте 3	Вероятность появления в эксперименте 4	Кодируемая аминокислота
UUU			
UUC			
UCU			
UCC			
CUU			
CUC			
CCU			
CCC			

(16 баллов)