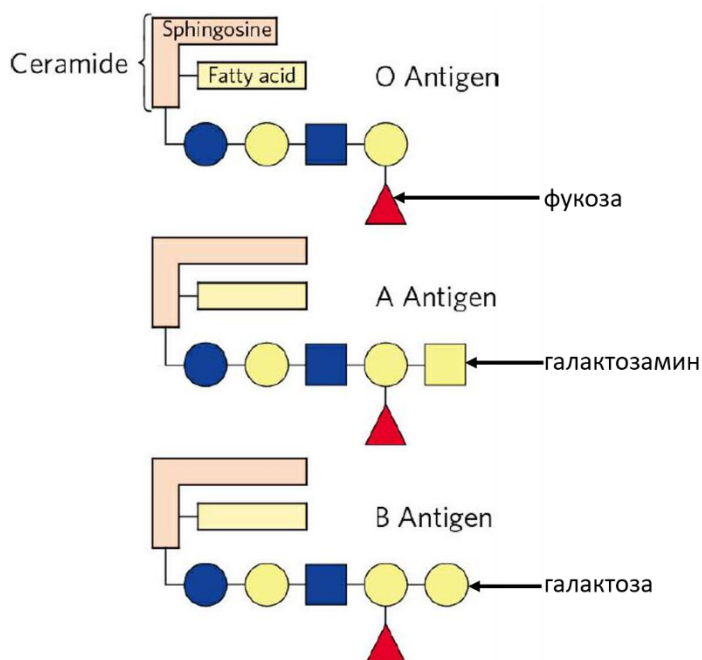


Московская олимпиада школьников по генетике, 13.03.2022

Заключительный этап. Теоретический тур.

9 класс.

1. Группы крови по системе АВ0 выделяются из-за наличия в мембране эритроцитов разных людей отличающихся гликолипидов, как показано на рисунке. Ген, ответственный за эту систему определения групп крови, кодирует фермент гликозилтрансферазу, который не активен у людей с группой крови 0, навешивает на гликолипид дополнительный галактозамин у людей с группой крови А или дополнительную галактозу у людей с группой крови В. Однако, деятельность этого фермента возможна только, если на гликолипид уже была навешена дополнительная фукоза. Эта реакция связана с другим ферментом, кодируемым геном Н. В случае генотипа hh по гену Н фукоза не навешивается на гликолипид, поэтому даже при наличии активной гликозилтрансферазы А и/или В соответствующие группы крови не проявляются, что называют Бомбейским феноменом. В свою очередь, гликолипид с фукозой, но без галактозы или галактозамина называют антигеном Н. В норме антитела к антигену Н у людей не производятся.



1.1. Если бы антитела к антигену Н вырабатывались клетками человека в больших количествах, каким группам крови можно было бы переливать плазму от доноров с первой группой крови, учитывая только системы групп крови Н и АВ0?

1.2. Если бы антитела к антигену Н вырабатывались клетками человека в больших количествах, каким группам крови можно было бы переливать эритроцитарную массу от доноров с первой группой крови, учитывая только системы групп крови Н и АВ0?

1.3. Антитела к каким антигенам можно будет обнаружить в плазме крови детей от брака  $hhI^A I^B$  и  $HhI^A i$ ? Если потомство не единообразно, то укажите соотношение генотипов и для каждого генотипа укажите антитела.

(10 баллов)

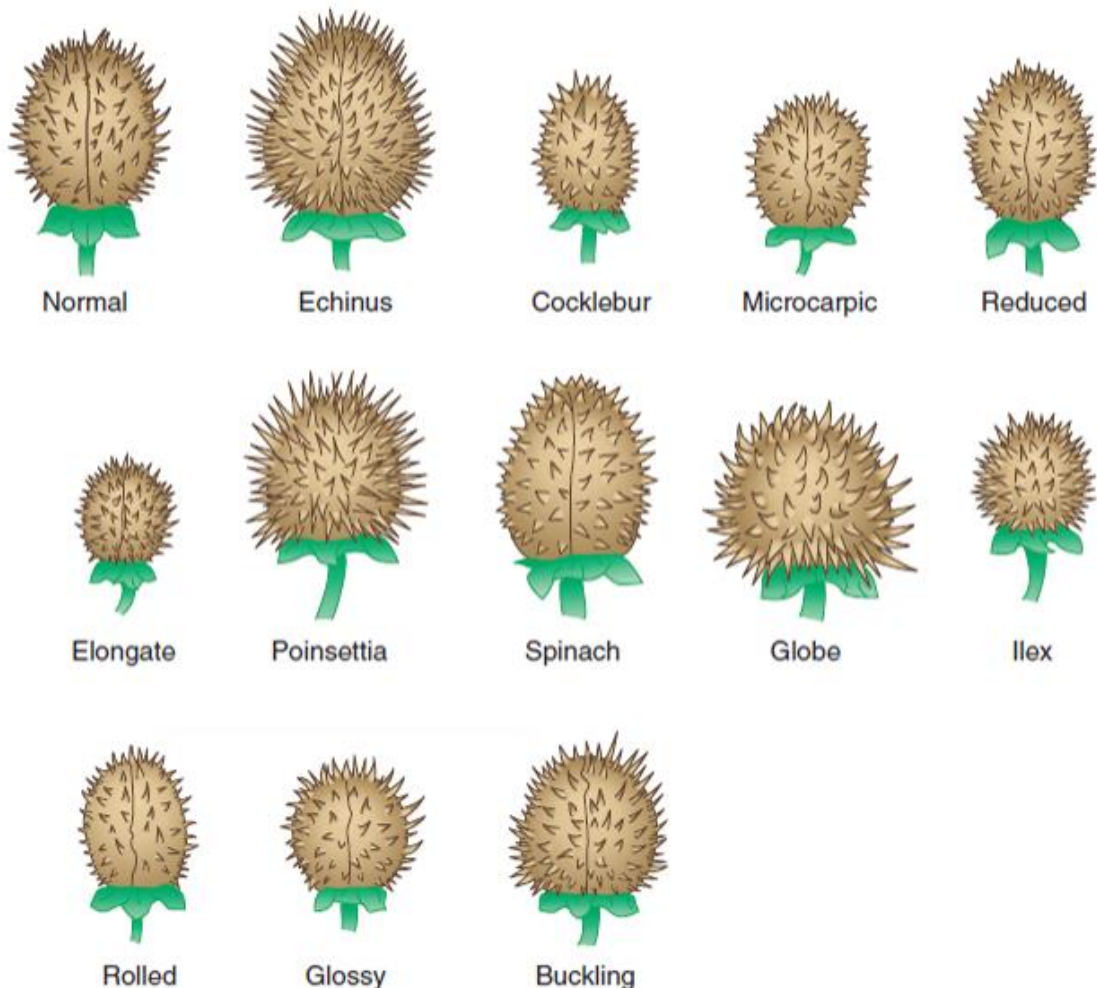
2. Определённые нарушения, возникающие во время деления клеток, могут привести к нерасхождению хромосом или хроматид во время анафазы митоза или мейоза. Изобразите схематично, клетки с каким набором хромосом и в каком соотношении образуются после второго деления мейоза, если диплоидная клетка млекопитающего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

- а) нерасхождение по 18 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 13 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)**

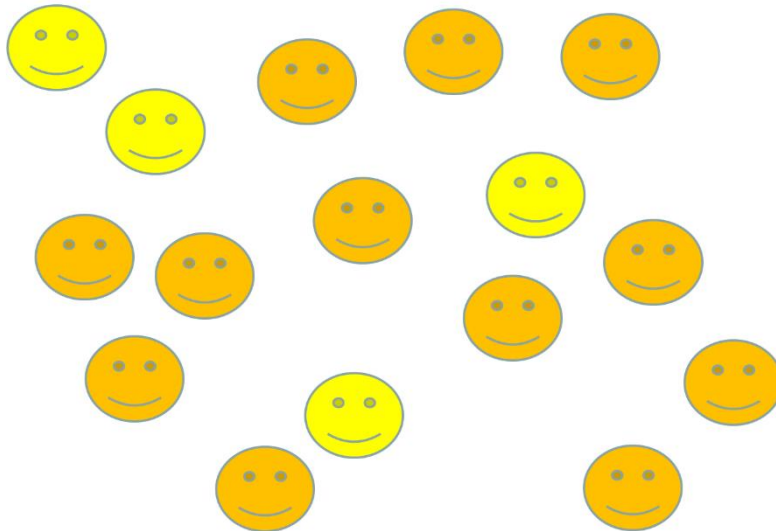
3. В клетках диплоидного растения *Datura leichhardtii* находится 12 пар хромосом. В таком случае растение имеет нормальный фенотип, как показано на картинке ниже (Normal). Далее показаны мутанты-трисомики по каждой из 12 пар хромосом, все они имеют разные фенотипы.



Какое потомство и в каком соотношении по хромосомному набору и по фенотипу вы ожидаете получить от скрещивания растений Cocklebur и Elongate 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 SuperCocklebur или SuperElongate, соответственно.

**(9 баллов)**

4.1. У колобков 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 150 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 зелёных 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 зелёных рыб исследователь ожидает получить в выборке из 12800 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:

- потомства скрещивания 1 между собой;
- потомства скрещивания 2 между собой;
- особей **axyridis** из потомства скрещивания 3 с потомством скрещивания 1;
- особей **axyridis** из потомства скрещивания 3 с потомством скрещивания 2?

Для каждого пункта приведите решение.

**(11 баллов)**

8. В определённой супружеской паре женщина является носительницей X-сцепленного рецессивного заболевания, мужчина здоров.

8.1. Рассчитайте вероятность, что четверо рождённых детей этой пары здоровы. Приведите решение.

8.2. С какой вероятностью среди этих четверых здоровых детей будет хотя бы один мальчик? Приведите решение.

**(6 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 32%, Ааbb - 18%, aaВв - 18%, aabb - 32%. 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 уридилловые 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) <b>(эксперимент 3)</b>	Фенилаланин, Пролин, Лейцин и Серин (в равных количествах)
U и C (соотношение 5:1) <b>(эксперимент 4)</b>	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)**