

Шифр \_\_\_\_\_

**Правила проведения практического тура:**

1. В аудиторию *запрещается* вносить электронные устройства, шпаргалки и другие вспомогательные материалы. Наличие любых электронных устройств (даже в выключенном состоянии), а также шпаргалок приравнивается к их использованию. Во время Олимпиады запрещается разговаривать и мешать окружающим. В случае нарушения этих правил участник удаляется из аудитории, его работа не проверяется.
2. Работа выполняется только на *бланках*, выданных организатором. В случае необходимости участник может получить дополнительные листы. Для этого участник должен поднять руку и ждать, когда подойдет ответственный по аудитории или волонтер.
3. Работа, включая чертежи, схемы, таблицы и рисунки, должна выполняться ручкой. При этом чистовиком являются страницы со сканируемым куар-кодом, а черновиком – обороты этих страниц. Черновик работы не проверяется. Посторонние пометки и рисунки в работе не допускаются!
4. Находясь в аудитории, участник должен выполнять все требования преподавателей, относящиеся к проведению Олимпиады. Если возникает вопрос, участник должен поднять руку и ждать, когда подойдет ответственный по аудитории.
5. Выход участника из аудитории во время написания работы допускается только один раз с разрешения ответственного по аудитории и в сопровождении дежурного.
6. Все ответы должны быть перенесены на БЛАНК ОТВЕТОВ, распечатанный из личного кабинета.

**Московская олимпиада школьников по генетике, 22.03.2026.**  
**Заключительный этап. Практический тур.**  
**10-11 классы**

**Шифр** \_\_\_\_\_

**Перед началом работы**

Убедитесь, что на вашем столе присутствуют все необходимые материалы и оборудование. Таблица (чек-лист) для проверки представлена ниже.

| <b>Оборудование</b>               | <b>Количество</b> | <b>Отметка о присутствии</b> |
|-----------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Лупа                              | 1                 |                              |
| Кисточка                          | 1                 |                              |
| Чашка Петри                       | 4                 |                              |
| Пробирка с исследуемым потомством | 1                 |                              |
| Лист бумаги А4                    | 1                 |                              |
| Ноутбук                           | 1                 |                              |

Шифр \_\_\_\_\_

Плодовая муха *Drosophila melanogaster* (дрозофила обыкновенная) – насекомое из отряда Двукрылые, которое на протяжении более ста лет остается одним из важнейших модельных объектов генетики. Выбор этого организма для исследований не случаен и обусловлен совокупностью уникальных биологических особенностей, делающих его удобным для экспериментальной работы.



**Рисунок 1.** Фенотип и стадии развития дрозифилы дикого типа

К числу основных преимуществ дрозифилы относятся:

1. **Короткий жизненный цикл и высокая плодовитость.** При оптимальной температуре (около 25°C) развитие мухи от яйца до имаго (половозрелой особи) занимает всего 9–10 дней. Одна оплодотворенная самка способна отложить несколько сотен яиц, что позволяет в короткие сроки получать многочисленные поколения и анализировать большие выборки потомков, необходимые для статистической достоверности результатов скрещиваний.
2. **Простота культивирования.** Дрозифилы неприхотливы и легко разводятся в лабораторных условиях на стандартных питательных средах. Это позволяет содержать огромное количество линий и мутантов с минимальными затратами ресурсов и пространства.

Шифр \_\_\_\_\_

3. **Компактный геном и ограниченное число хромосом.** Диплоидный набор дрозофилы включает всего 8 хромосом (4 пары): 3 пары аутосом и 1 пара половых хромосом.
4. **Наличие множества четких и легко различимых фенотипических признаков.** У дрозофил описаны сотни мутаций, затрагивающих окраску и форму тела, глаз, крыльев, структуру жилкования и щетинок. Эти признаки дискретны и хорошо различны даже при использовании бинокля, что позволяет четко классифицировать потомство.
5. **Понимание генетической карты.** Благодаря столетней истории изучения, для дрозофилы составлены детальные карты хромосом, что позволяет точно знать локализацию генов и предсказывать результаты кроссинговера.
6. **Половой диморфизм.** Выраженные половые различия позволяют изучать генетические механизмы связанные с определением пола.

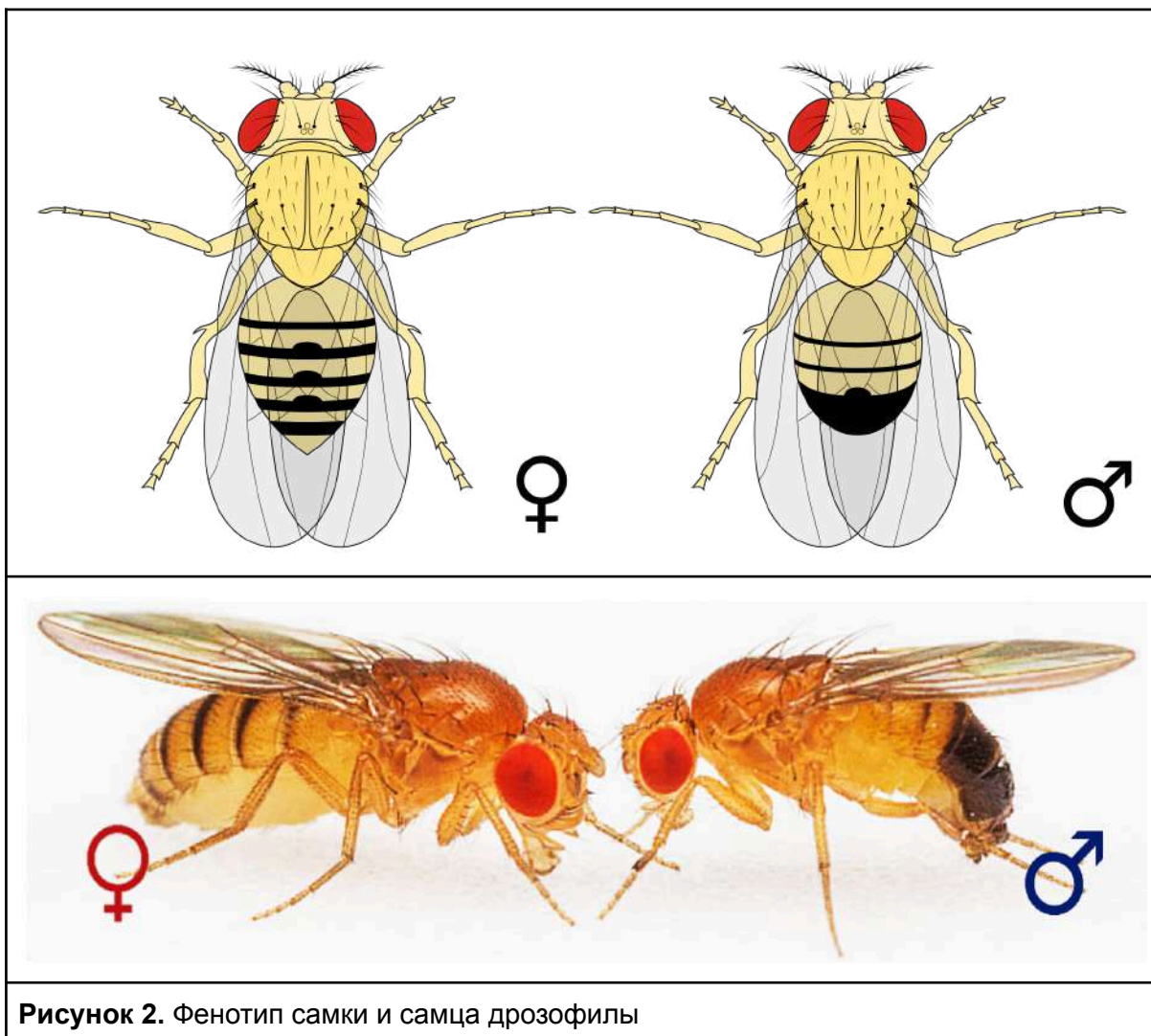


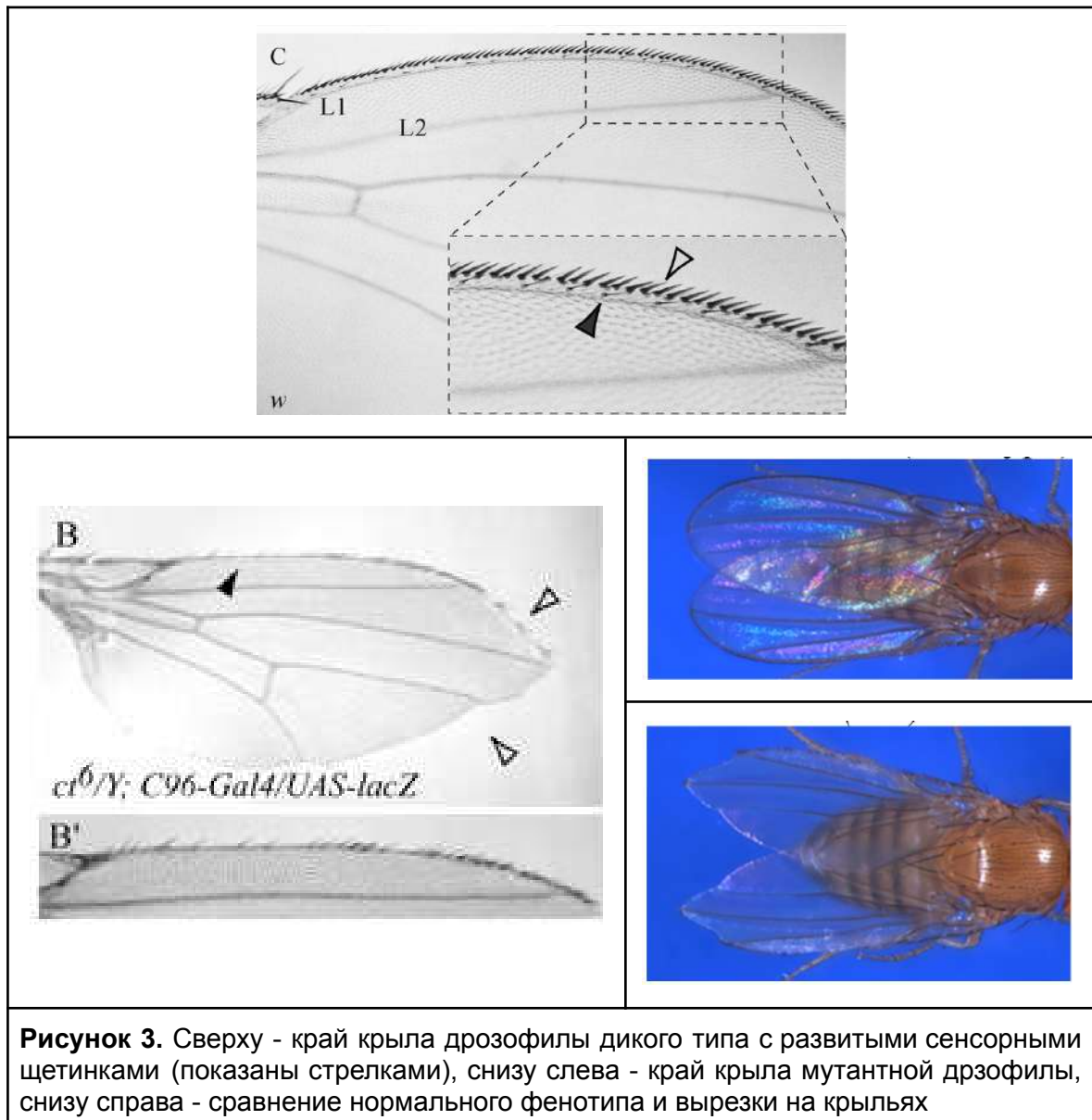
Рисунок 2. Фенотип самки и самца дрозофилы

Шифр \_\_\_\_\_

В данной работе вам предлагается провести генетический анализ формирования и наследования нескольких признаков плодовой мушки: форма крыльев (ген *cut*), цвет глаз (*withe*), окраска тела (*yell* и *ebony*).

**Задание 1. Определение формы крыльев (8 баллов)**

Ген *cut* у *Drosophila melanogaster* кодирует гомеодомен-содержащий транскрипционный фактор, играющий ключевую роль в развитии крыльев, в частности, в формировании края крыла, где мутации вызывают характерный фенотип "вырезки". Данный ген отвечает за дифференцировку клеток-рецепторов, находящихся на переднем крае пластинки крыла. У мутантных по этому гену мух развивается недостаточное количество сенсорных щетинок и меняется форма крыла с округлой на заостренную с выемками.

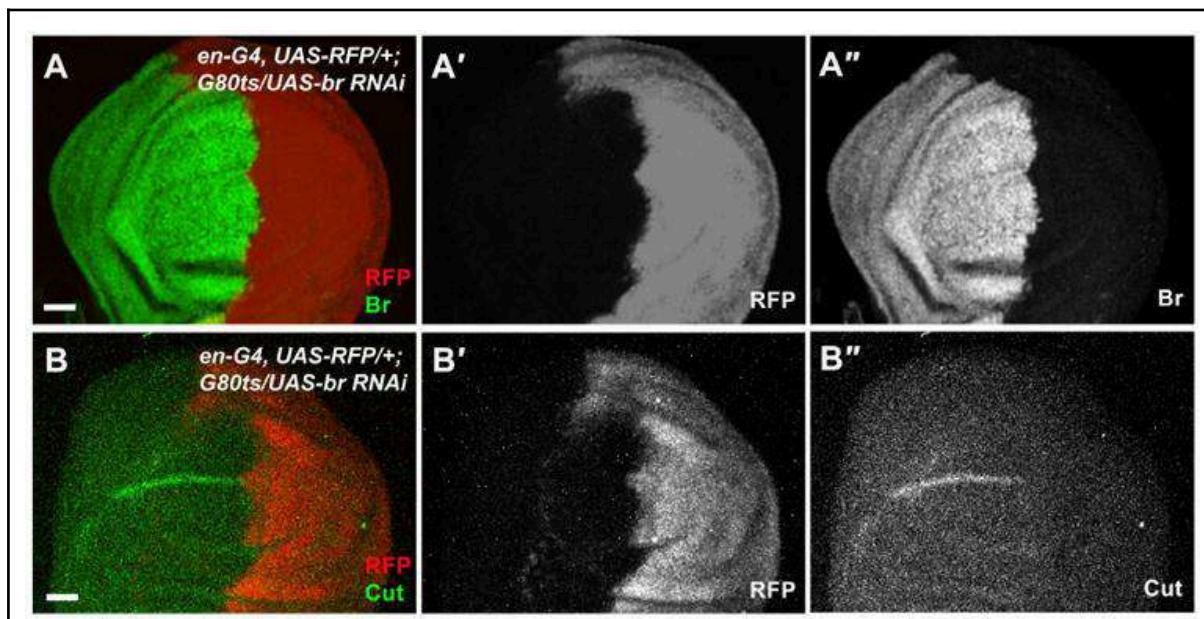


Шифр \_\_\_\_\_

Ген *cut* активно экспрессируется в зоне дорсо-вентральной (спинно-брюшной) границы зачатков крыльев. Предполагается, что сам ген *cut* регулируется несколькими вышестоящими сигнальными путями. В результате взаимодействия нескольких сигнальных путей в зоне зачатков крыльев формируется тонкая полоска клеток, экспрессирующих ген *cut*, из которых впоследствии развивается пластинка крыла.

Основными кандидатами на регуляцию гена *cut* являются: ген *Broad (Br)*, реагирующий на гормон экдизон, и консервативный сигнальный путь *Notch*. Для того, чтобы изучить влияние этих регуляторов на *cut*, было проведено несколько экспериментов.

**1.1** В первом эксперименте исследователи подавляли экспрессию гена *Br* в задней части зачатка крыльев. Генетическая конструкция для подавления *Br* также содержала последовательность красного флуоресцентного белка, поэтому зону подавления экспрессии можно увидеть с помощью флуоресцентной микроскопии. Затем зачатки крыльев были окрашены антителами, специфичными к белкам *Br* или *Cut* и содержащими зеленый флуоресцентный белок. Результаты эксперимента представлены на рисунке.



**Рисунок 4. (A)** - красный цвет указывает на зону работы конструкции, подавляющей активность гена *Br*, зеленый - окраска антителами, специфичными к продукту гена *Br*. **(A'-A'')** - отдельно красное и зеленое свечение в этом эксперименте.

**(B)** - красный цвет указывает на зону работы конструкции, подавляющей активность гена *Br*, зеленый - окраска антителами, специфичными к продукту гена *Cut*. **(B'-B'')** - отдельно красное и зеленое свечение в этом эксперименте.

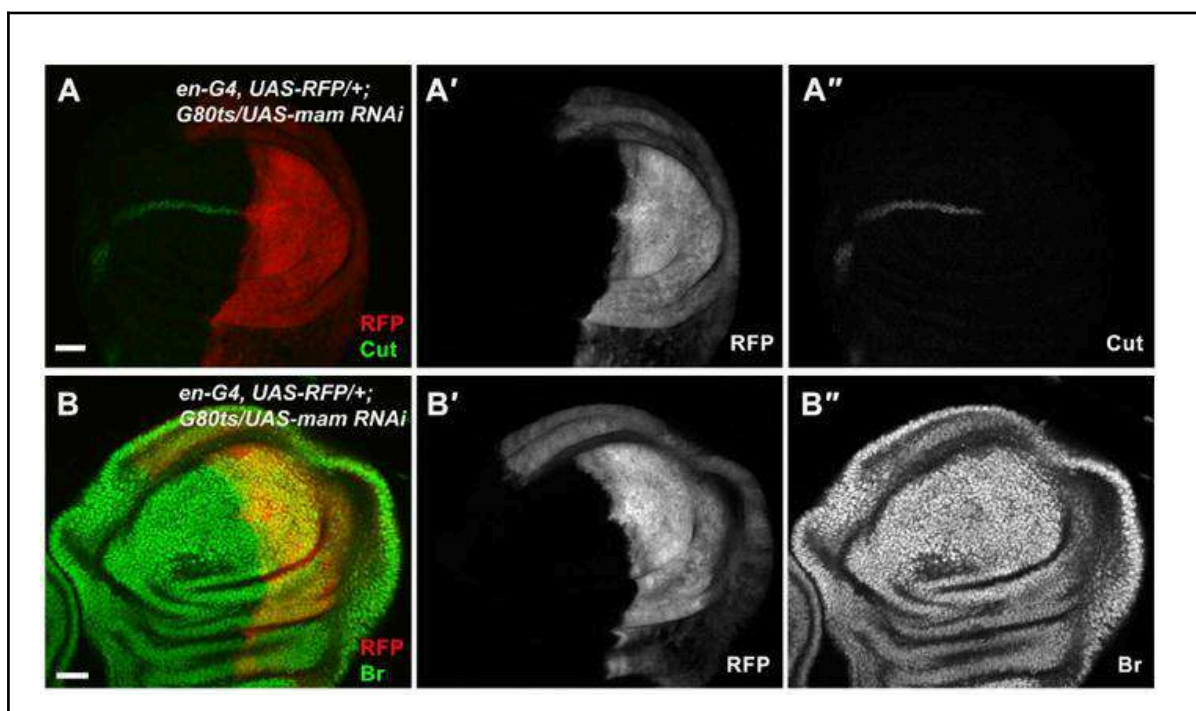
На всех изображениях зачатки крыльев расположены вертикально: дорсальная часть вверху, вентральная внизу.

Шифр \_\_\_\_\_

Основываясь на предоставленной информации, выберите верные выводы, которые можно сделать из этого эксперимента:

- A. Исследователям не удалось эффективно подавить экспрессию белка Br в задней части зачатка крыла.
- B. В зачатке крыла белок Br экспрессируется только в клетках, формирующих пластинку крыла вместе с белком Cut.
- C. Белок Br подавляет экспрессию белка Cut в клетках зачатка крыла.
- D. Подавление Br снижает экспрессию Cut.
- E. Подавление Br увеличивает зону высокой экспрессии Cut.

1.2 Во втором эксперименте исследователи подавляли экспрессию гена **Mastermind (Mam)** в задней части зачатка крыльев. Генетическая конструкция для подавления **Mam** также содержала последовательность красного флуоресцентного белка, поэтому зону подавления экспрессии можно увидеть с помощью флуоресцентной микроскопии. Затем зачатки крыльев были окрашены антителами, специфичными к белкам **Br** или **Cut** и содержащими зеленый флуоресцентный белок. Результаты эксперимента представлены на рисунке ниже.



**Рисунок 5. (A)** - красный цвет указывает на зону работы конструкции, подавляющей активность гена *Mam*, зеленый - окраска антителами, специфичными к продукту гена *Cut*. **(A'-A'')** - отдельно красное и зеленое свечение в этом эксперименте.

**(B)** - красный цвет указывает на зону работы конструкции, подавляющей активность гена *Mam*, зеленый - окраска антителами, специфичными к продукту гена *Br*. **(B'-B'')** - отдельно красное и зеленое свечение в этом эксперименте.

На всех изображениях зачатки крыльев расположены вертикально: дорсальная часть сверху, вентральная снизу.

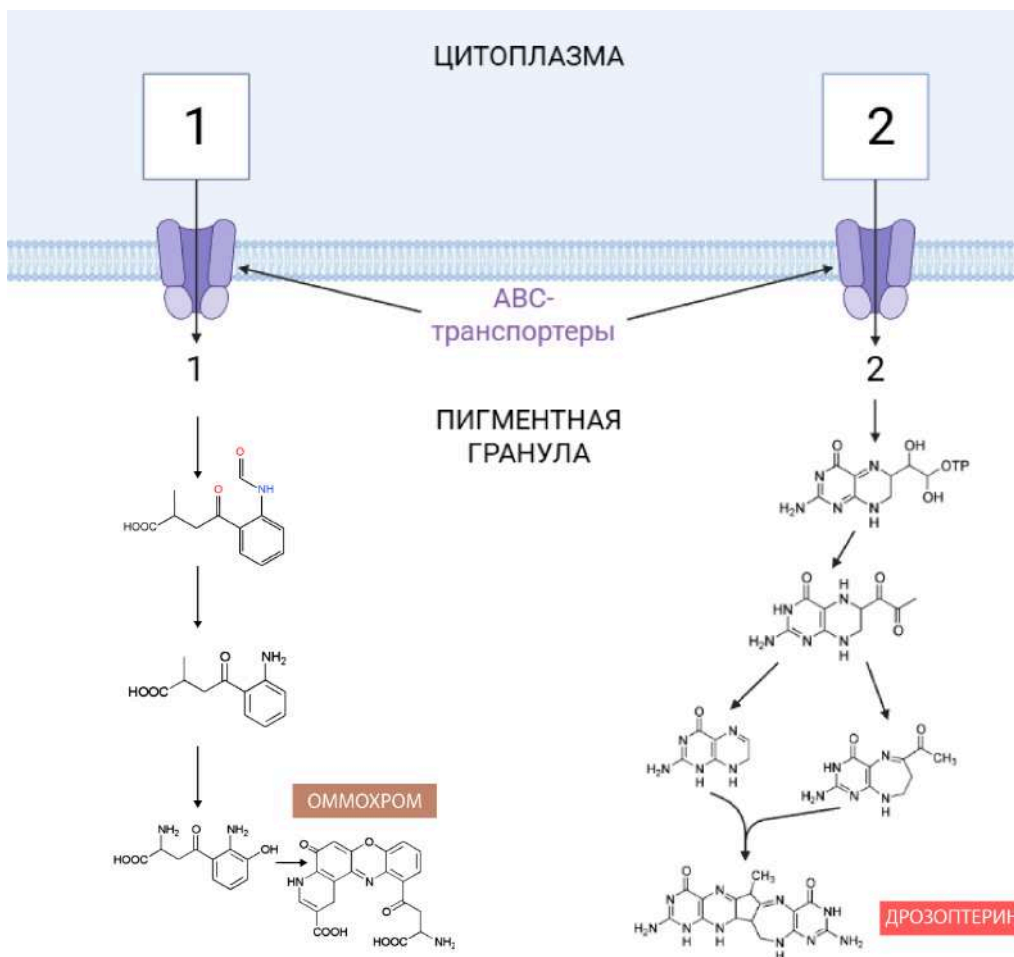
Шифр \_\_\_\_\_

Основываясь на предоставленной информации, выберите верные выводы, которые можно сделать из этого эксперимента:

- A. Белок Vg находится под контролем сигнального пути Notch.
- B. В зачатке крыла белок Mat экспрессируется только в клетках, формирующих пластинку крыла вместе с белком Cut.
- C. Белок Mat усиливает экспрессию белка Cut в клетках зачатка крыла.
- D. Подавление Mat снижает экспрессию Vg.
- E. Подавление Mat увеличивает зону высокой экспрессию Vg.

**Задание 2. Определение цвета глаз (17 баллов)**

Красная окраска глаз у дрозофилы дикого типа формируется за счет накопления гранул, содержащих 2 вида пигментов: дрозоптеринов (ярко-красного цвета) и омохромов (коричневого цвета). На схеме ниже представлена схема синтеза этих пигментов.



**Рисунок 6.** Схема синтеза дрозоптерина и омохрома.

У дрозофил встречаются 3 рецессивные мутации: **brown** (глаза коричневого цвета), **white** (белые глаза) и **scarlet** (алые глаза). Эти мутации приводят к нарушению

Шифр \_\_\_\_\_

функции АТФ-зависимых-переносчиков (ABC-транспортеров), которые обеспечивают транспорт предшественников дрозоптерина и омохромова.

ABC-транспортеры (ATP-Binding Cassette) представляют собой одно из самых больших и эволюционно древних семейств мембранных белков. Они обеспечивают АТФ-зависимый трансмембранный перенос разнообразных субстратов: от ионов и липидов до крупных органических ксенобиотиков.

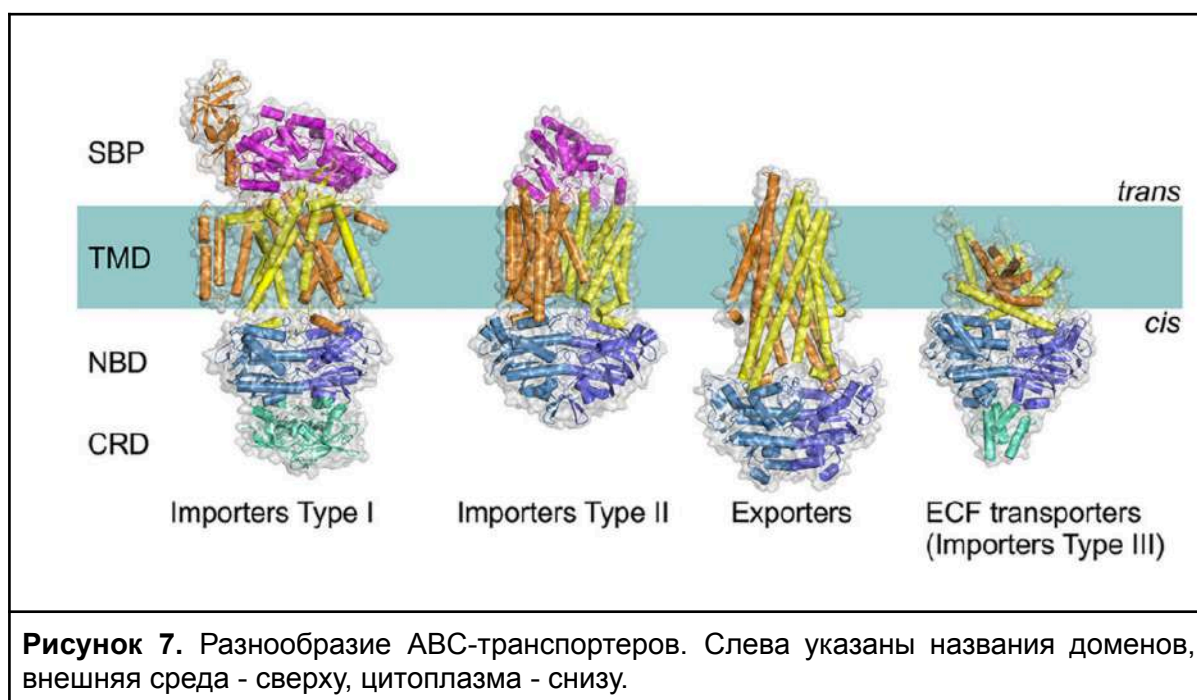


Рисунок 7. Разнообразие ABC-транспортеров. Слева указаны названия доменов, внешняя среда - сверху, цитоплазма - снизу.

2.1. Какие хорошо известные вам мономерные молекулы (1 и 2 на схеме) являются предшественниками синтеза омохромова и дрозоптерина?

2.2. Транспорт какого предшественника (1 или 2) нарушается у мух, мутантных по **brown** и **scarlet**?

2.3. Часто ABC-транспортеры являются димерными молекулами. Основываясь на известной вам информации о функционировании генов и их мутаций, предположите какой субъединичный состав имеют транспортеры предшественников 1 и 2. Для каждого транспортера укажите два названия гена через дефис (для каждой из субъединиц в транспортере, например *white-white*).

2.4. В ходе исследований оказалось, что мутация **white** помимо белых глаз, вызывает ретинальную дегенерацию (потеря функции сетчатки с возрастом), снижение подвижности мух, укороченную жизнь, повышенную чувствительность к разным видам стресса. Как называется такое множественное влияние одного гена?

2.5. Предположите, почему ген **white** может оказывать влияние на множество признаков, исходя из его молекулярной функции?

**Московская олимпиада школьников по генетике, 22.03.2026.**

**Заключительный этап. Практический тур.**

**10-11 классы**

**Шифр** \_\_\_\_\_

**2.6.** Какие домены являются консервативными для всех групп АВС-транспортеров. Какие функции выполняют эти домены?

Шифр \_\_\_\_\_

### Задание 3. Изучение наследования окраски тела

Мухи дрозофилы имеют полосатую черно-желтую окраску тела. За этот признак у дрозофил отвечают 2 гена имеющие рецессивные мутации:

- ген *yellow* (*yell*) - отвечает за синтез меланинов, поэтому его рецессивная мутация делает тело мух полностью желтым. Этот ген наследуется Х-сцепленно ( $X^+ / X^{yell}$ ).
- ген *ebony* - отвечает за переход дофамина в светлый пигмент вместо синтеза меланинов, его мутантная форма приводит к избыточному синтезу меланинов, что делает все тело мухи темным. Ген наследуется аутосомно ( $+ / ebony$ ).

Сочетание двух рецессивных мутаций дает фенотип идентичный **yellow**, так как синтез меланинов не происходит, несмотря на достаточные количества дофамина для этого биохимического пути.

В первом скрещивании (1) самку дикого типа скрестили с самцом рецессивным по обоим признакам. Второе скрещивание (2) провели реципрочно.

Самок из потомства первого скрещивания и самцов из потомства второго пересадили в один террариум в равном соотношении и позволили свободно скрещиваться между собой (3).

**3.1.** Какие генотипы имеют родители и потомки 2 скрещивания?

**3.2.** Какую долю от общего числа будут составлять гаметы:

А. *ebony*  $X^{yell}$

Б.  $+ X^+$

у самцов потомков 1 скрещивания? Ответ укажите в процентах.

**3.3** Какое расщепление по фенотипу можно увидеть через 3 поколения в террариуме?

### Задание 4. Механизмы наследования

Для того чтобы определить механизмы наследования генов **white** и **cut**, скрестили белоглазую самку с нормальными крыльями и самца с красными глазами и выемкой на крыльях. В первом поколении были получены самки, нормальные по обоим признакам, и самцы, мутантные по цвету глаз. Затем самку из F1 скрестили с самцом дикого типа.

На вашем столе находится пробирка с потомством полученным от последнего скрещивания. Проведите анализ полученного потомства и сделайте выводы о механизмах наследования генов **white** и **cut**.

**Подсчет числа особей разных фенотипических классов:**

1. Высыпьте часть обездвиженных мух на лист А4.
2. С помощью лупы определите пол и фенотип каждой из мух по обоим признакам
3. Отработанных мух переносите в чашку Петри
4. Повторяйте пункты 1-3 пока все мухи в пробирке не будут обработаны.

Шифр \_\_\_\_\_

**4.1. Заполните таблицу с результатами подсчета:**

- Внесите количество особей каждой группы полученных в потомстве. Если потомков какой то группы в потомстве не оказалось поставьте в таблице прочерк.
- Проанализируйте полученное расщепление и ответьте на вопросы.

**4.2. Как наследуются исследуемые гены?**

- Поставьте “+” в верных ячейках.

**4.3. Находятся ли данные гены на одной хромосоме? Если да, то определите расстояние между ними в сМ (ответ округлите до целых).**

**4.4. - 4.7. Укажите генотипы всех организмов, упомянутых в задаче и полученных практически. Укажите все генотипы, полученные в фенотипическом классе потомства, если их несколько.**

**4.8.** Одним из ключевых этапов генетического анализа является установление соответствия эмпирически полученных данных теоретически ожидаемым соотношениям. Для объективной оценки достоверности гипотезы о типе наследования генов используется критерий  $\chi^2$  Пирсона. Критерий  $\chi^2$  рассчитывается по формуле:

$$\chi_c^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

где  $O_i$  - наблюдаемое(эмпирическое) значение в определенном фенотипическом классе,  $E_i$  - ожидаемое (теоретическое) значение в этом фенотипическом классе.

**Рассчитайте Критерий  $\chi^2$  для проверки своей гипотезы относительно полученного в эксперименте расщепления.**

**4.9** После расчета критерия полученное значение сравнивают с критическими точками распределения  $\chi^2$ . Значение критической точки выбирают по 2 параметрам: уровню значимости  $\alpha$ , который в генетических исследованиях обычно принимают равным 0,05, и числу степеней свободы  $n$ , которое рассчитывается как [число классов в выборке - 1]. Если рассчитанное значение оказывается меньше критической точки - гипотеза не отвергается. Сравните полученное значение  $\chi^2$  с таблицей критических точек и сделайте вывод.

Шифр \_\_\_\_\_

| n  | $\alpha$ |         |        |        |       |       |       |       |
|----|----------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
|    | 0.995    | 0.99    | 0.975  | 0.95   | 0.05  | 0.025 | 0.01  | 0.005 |
| 1  | 0.000039 | 0.00016 | 0.0010 | 0.0039 | 3.84  | 5.02  | 6.63  | 7.88  |
| 2  | 0.010025 | 0.02010 | 0.0506 | 0.1026 | 5.99  | 7.38  | 9.21  | 10.60 |
| 3  | 0.071723 | 0.11483 | 0.2158 | 0.3518 | 7.81  | 9.35  | 11.34 | 12.84 |
| 4  | 0.206984 | 0.29711 | 0.4844 | 0.7107 | 9.49  | 11.14 | 13.28 | 14.86 |
| 5  | 0.411751 | 0.55430 | 0.8312 | 1.1455 | 11.07 | 12.83 | 15.09 | 16.75 |
| 6  | 0.675733 | 0.87208 | 1.2373 | 1.6354 | 12.59 | 14.45 | 16.81 | 18.55 |
| 7  | 0.989251 | 1.23903 | 1.6899 | 2.1673 | 14.07 | 16.01 | 18.48 | 20.28 |
| 8  | 1.344403 | 1.64651 | 2.1797 | 2.7326 | 15.51 | 17.53 | 20.09 | 21.95 |
| 9  | 1.734911 | 2.08789 | 2.7004 | 3.3251 | 16.92 | 19.02 | 21.67 | 23.59 |
| 10 | 2.155845 | 2.55820 | 3.2470 | 3.9403 | 18.31 | 20.48 | 23.21 | 25.19 |

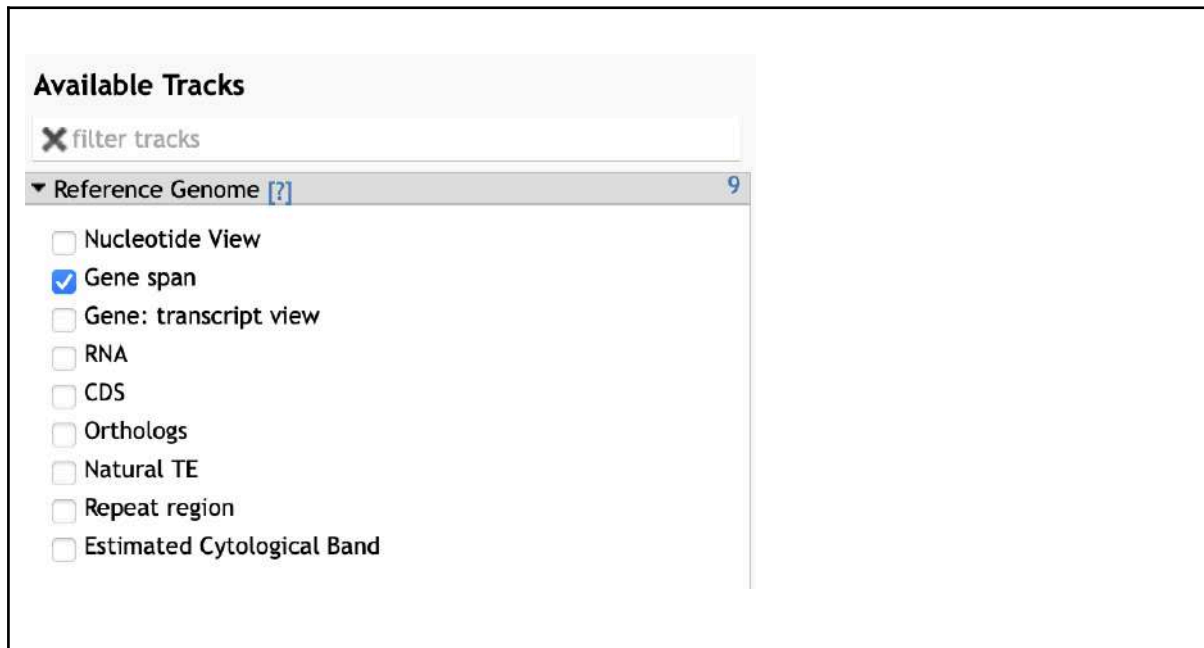
### Задание 5. Биоинформатический анализ

Фруктовая мушка является модельным объектом в биологии, при этом этот объект изучает огромное количество научных групп по всему миру. В отличие от специализированных разделов научного знания, ни один человек не может охватить всю научную литературу, посвященную дрозофиле. Для того, чтобы при этом сохранять научную преемственность и при этом не повторять и не переоткрывать ранее обнаруженные закономерности, используют базы данных. Одной из таких является flybase: [flybase.org](http://flybase.org).

**5.1.** Перейдите на главную страницу базы данных [flybase.org](http://flybase.org) и в разделе Quick search (Быстрый поиск) введите название гена *ebony*, наследование которого Вы изучали в предыдущем задании. **Ответьте на все вопросы в ЛИСТЕ ОТВЕТОВ.**

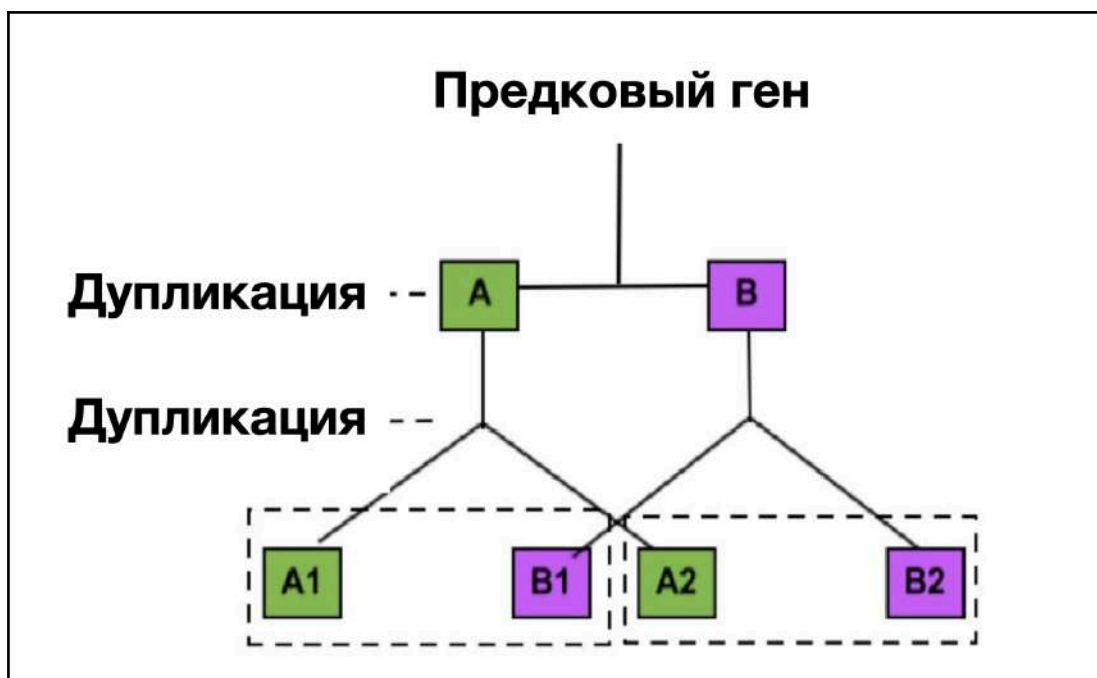
**5.2.** На странице гена *ebony* перейдите в раздел **Genomic Maps** (Геномная карта) и выберите JBrowse или full screen view. В окне откроется геномная карта хромосомы в определенном участке. Используя боковое меню, поставьте галочку в раздел Estimated cytological bands. Это добавит на геномную карту регионы из цитогенетической карты. **Ответьте на все вопросы в ЛИСТЕ ОТВЕТОВ.**

Шифр \_\_\_\_\_



5.3. Ген *ebony* обеспечивает развитие пигментации у плодовой мушки. Используя данные о биохимических процессах из базы данных, ответьте в **ЛИСТЕ ОТВЕТОВ** на вопросы о реакциях, катализируемых геном, и особенностях структуры фермента.

5.4. Паралоги – это гены, находящиеся в геноме одного организма, возникшие в результате дупликации предкового (исходного) гена. Идентификация паралогов – важная часть эволюционно-генетического анализа. Используя базу данных, ответьте на вопросы в **ЛИСТЕ ОТВЕТОВ**, касаемые паралогов гена *ebony*.



Шифр \_\_\_\_\_

**ЛИСТ ОТВЕТОВ**

**Задание 1. Впишите буквы, под которыми указаны верные утверждения.**

|                |  |
|----------------|--|
| 1.1. (4 балла) |  |
| 1.2. (4 балла) |  |

**Задание 2.**

2.1. Какие хорошо известные вам мономерные молекулы (1 и 2 на схеме) являются предшественниками синтеза оммохрома и дрозоптерина? (4 балла)

|   |   |
|---|---|
| 1 | 2 |
|   |   |

2.2. Транспорт какого предшественника (1 или 2) нарушается у мутантных мух? (2 балла)

|       |         |
|-------|---------|
| brown | scarlet |
|       |         |

2.3. Для каждого транспортера укажите два названия гена через дефис (для каждой из субъединиц в транспортере, например white-white) (4 балла)

|                       |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| <i>Предшественник</i> | <i>Состав транспортера</i> |
| 1                     |                            |
| 2                     |                            |

Шифр \_\_\_\_\_

**2.4. Как называется такое множественное влияние одного гена? (1 балл)**

**2.5. Предположите почему ген white может оказывать влияние на множество признаков, исходя из его молекулярной функции? (4 балла)**

**2.6. Какие домены являются консервативными для всех групп АВС-транспортеров. Какие функции выполняют эти домены? (4 балла)**

Шифр \_\_\_\_\_

Задание 3.

3.1. Какие генотипы имеют родители и потомки 2 скрещивания? (2 балла)

| родители | потомки |
|----------|---------|
|          |         |

3.2. Какую долю от общего числа будут составлять гаметы у самцов потомков 1 скрещивания? Ответ укажите в процентах. (2 балла)

| $X^{yeII} ebony$ | $X^+ +$ |
|------------------|---------|
|                  |         |

3.3. Какое расщепление по фенотипу можно увидеть через 3 поколения в террариуме? (4 балла)

|  |
|--|
|  |
|--|

Шифр \_\_\_\_\_

Задание 4.

4.1.

|               | Самки      |             | Самцы      |             |
|---------------|------------|-------------|------------|-------------|
|               | С вырезкой | Без вырезки | С вырезкой | Без вырезки |
| Красные глаза |            |             |            |             |
| Белые глаза   |            |             |            |             |

4.2.

| Ген          | Аутосомно | X-сцеплено | Голоандрически | Псевдоаутосомно |
|--------------|-----------|------------|----------------|-----------------|
| <i>White</i> |           |            |                |                 |
| <i>Cut</i>   |           |            |                |                 |

4.3 Находятся ли данные гены на одной хромосоме? Если да, то определите расстояние между ними в сМ (ответ округлите до целых).

|  |
|--|
|  |
|--|

| 4.4. Родители 1 скрещивания |       |
|-----------------------------|-------|
| Самка                       | Самец |
|                             |       |

| 4.5. Потомство 1 скрещивания |       |
|------------------------------|-------|
| Самки                        | Самцы |
|                              |       |

Шифр \_\_\_\_\_

| 4.6. Родители 2 скрещивания |       |
|-----------------------------|-------|
| Самка                       | Самец |
|                             |       |

| 4.7. Потомство 2 скрещивания |            |             |            |             |
|------------------------------|------------|-------------|------------|-------------|
|                              | Самки      |             | Самцы      |             |
|                              | С вырезкой | Без вырезки | С вырезкой | Без вырезки |
| Красные глаза                |            |             |            |             |
| Белые глаза                  |            |             |            |             |

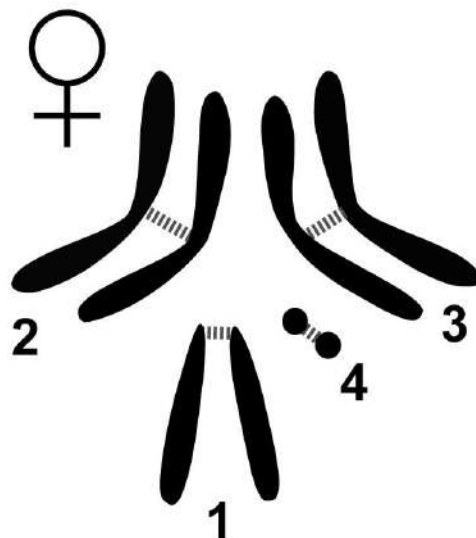
Шифр \_\_\_\_\_

4.8. Рассчитайте критерий  $\chi^2$  для проверки своей гипотезы относительно полученного в эксперименте расщепления.

4.9. Сравните полученное значение  $\chi^2$  с таблицей критических точек и сделайте вывод.

**Задание 5.**

5.1.1. На рисунке схематично показан хромосомный набор плодовой мушки. Используя информацию о расположении гена *ebony*, полученную из базы данных, обведите хромосому, на которой он находится (1 балл).





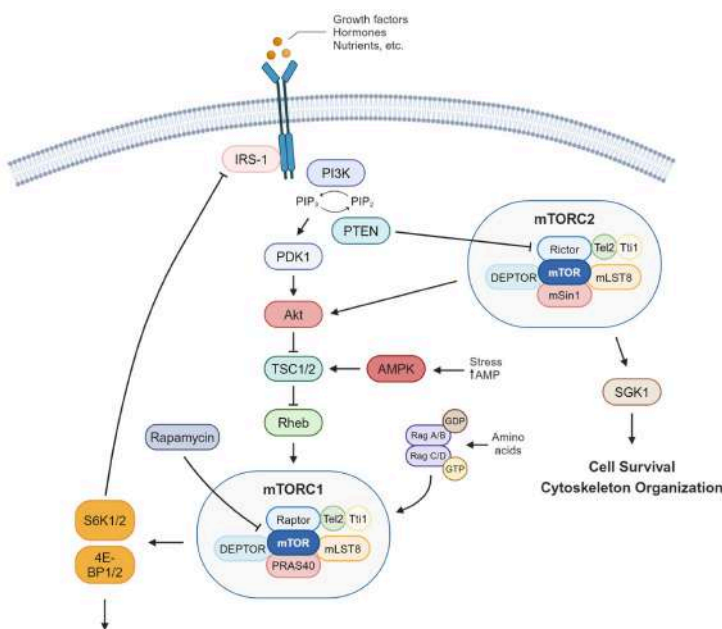
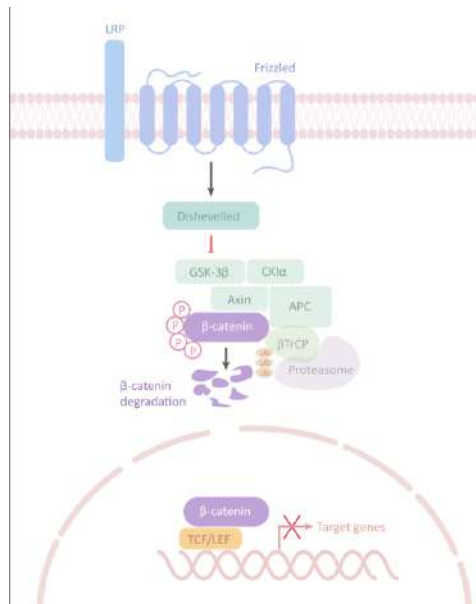
Шифр \_\_\_\_\_

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| 5.1.3. Используя хромосомную карту и базу данных, определите генетическое расстояние (в сМ) между генами <i>ebony</i> и <i>H</i> , а также расстояние между этими генами в геномных координатах (нуклеотидах). |                                    |
| Расстояние в сМ (1 балл)   | Расстояние в нуклеотидах (2 балла) |
|  |                                    |

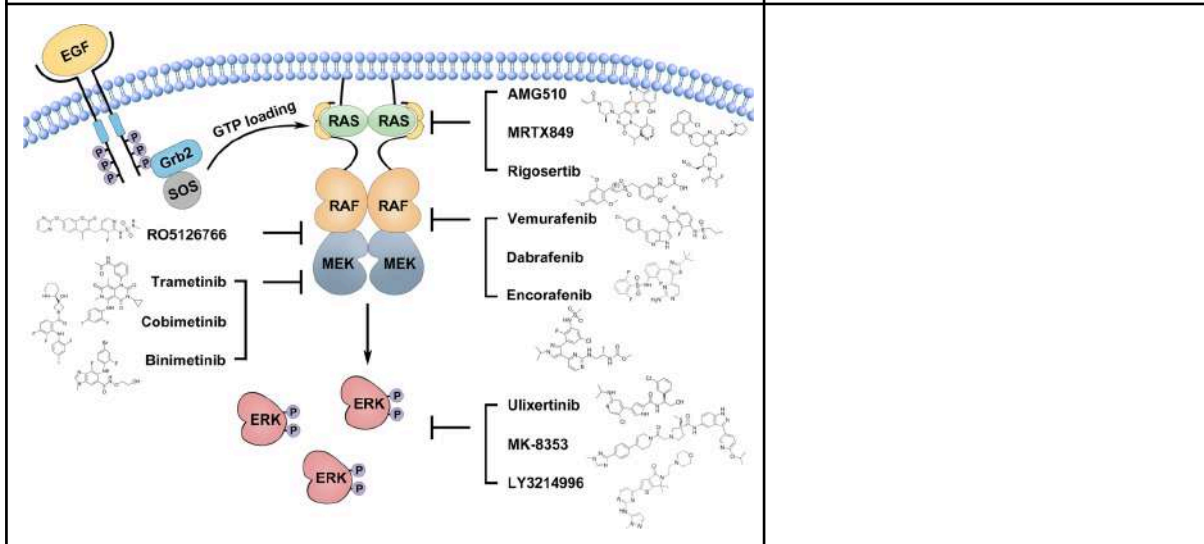
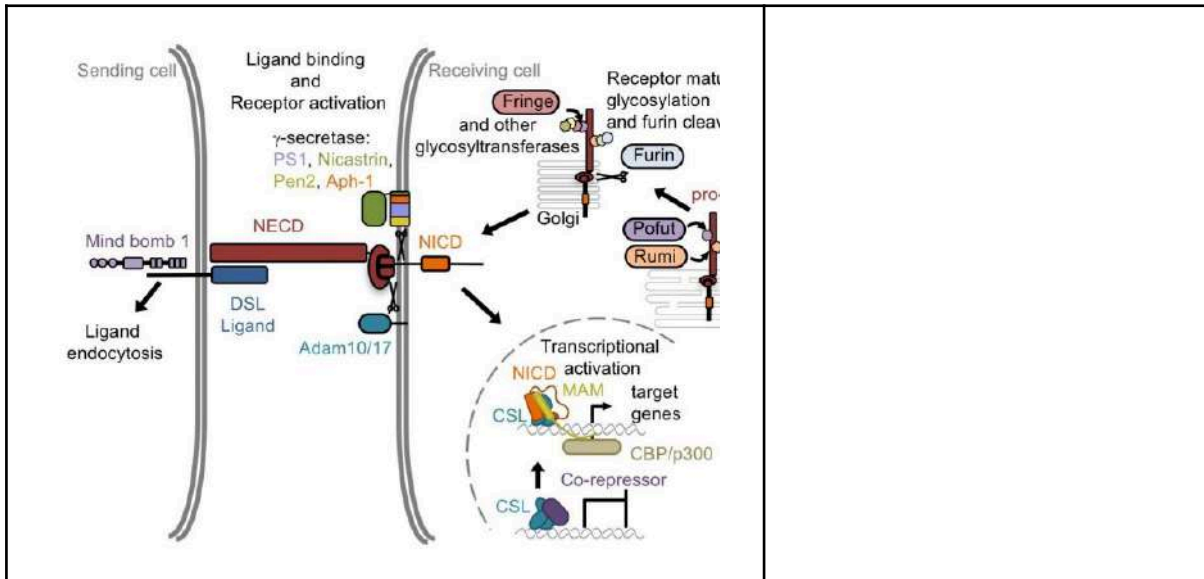
|  |             |             |       |      |
|--|-------------|-------------|-------|------|
| 5.1.4. Заполните таблицу, характеризующую ген <i>H</i> (4 балла) |             |             |       |      |
| Количество аллелей (1 балл)                                      |             |             |       |      |
| Тип аллелей (1 балл)   | Доминантный | Рецессивный |       |      |
| Возникающий фенотип (кратко опишите) (1 балл)                    |             |             |       |      |
| К компоненту какого сигнального пути относится ген? (1 балл)     | MAPK/ERK    | JAK-STAT    | Notch | mTOR |

Шифр \_\_\_\_\_

5.1.5. На картинках представлена регуляция сигналинга нескольких путей. Используя данные из предыдущего задания, выберите верный путь, в котором участвует ген *H* (2 балла).



Шифр \_\_\_\_\_



5.2.1. Какое количество генов располагается между генами *H* и *ebony* по цитогенетической карте и по геномной карте (оцените примерное число)?

Количество генов по цитогенетической карте (1 балл)

Количество генов по геномной карте (2 балла)

Шифр \_\_\_\_\_

5.2.2. Предположите, почему отличается это количество? (2 балла)

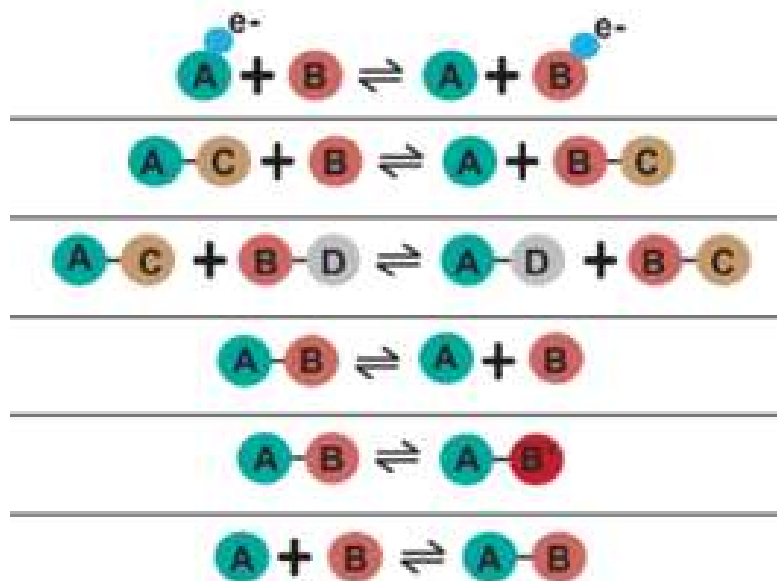
Ответ:

5.2.3. Назовите самый длинный (в нуклеотидах) ген, который располагается между генами *ebony* и *H* (2 балла).

5.3.1. Используя биохимическую номенклатуру ферментов, определите класс, к которому относится ген *ebony*.

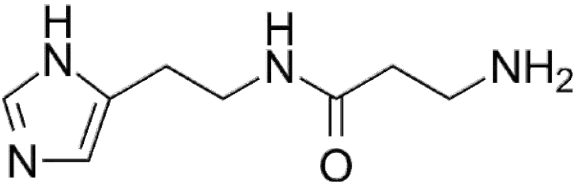
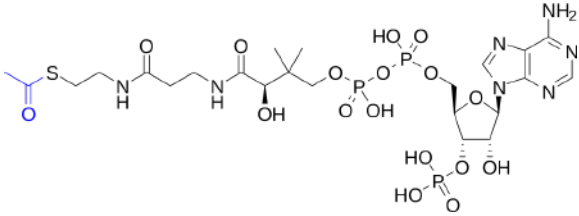
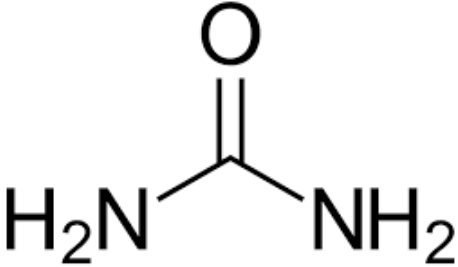
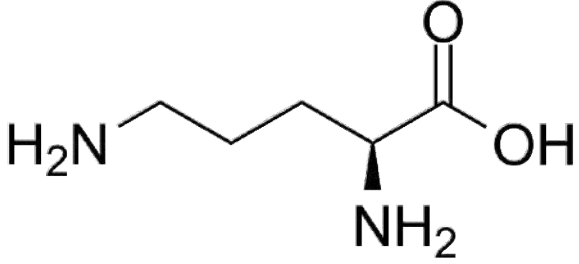

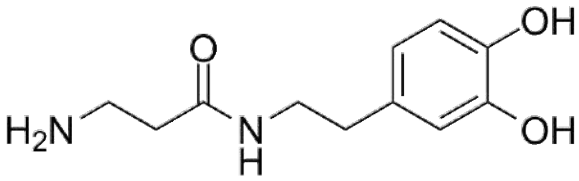
Класс фермента (2 балла)

5.3.2. На рисунке схематично представлены реакции, катализируемые ферментами разных классов. К какому типу реакций следует отнести превращение, катализируемое геном *ebony*? (3 балла)



Шифр \_\_\_\_\_

5.3.3. Какие из представленных соединений образуются в результате работы фермента *ebony*? Поставьте галочки в соответствующих ячейках таблицы (4 балла)

|   |  |
|---|--|
|    |    |
|   |   |
|  |  |

5.4.1. Какое количество паралогов у гена *ebony* обнаруживается в геноме плодовой мушки?

Количество паралогов (1 балл)

Шифр \_\_\_\_\_

|  |  |
|--|--|
| <b>5.4.2. Выберите наиболее схожий с <i>ebony</i> паралог, откройте вкладку с выравниванием гена <i>ebony</i> с этим паралогичным геном и заполните таблицу.</b> |  |
| <b>Длина выравнивания в аминокислотах (1 балл)</b>   |  |
| <b>Количество доменов в белке <i>ebony</i> (1 балл)</b>  |  |
| <b>Количество доменов в белке паралоге (1 балл)</b>  |  |
| <b>Количество гомологичных доменов между белками (2 балла)</b>   |  |
| <b>Аминокислотная последовательность аденилирующего домена нерибосомальных пептидсинтетаз в белке <i>ebony</i>? (2 балла)</b>                                    |  |