

## ЗАДАНИЯ

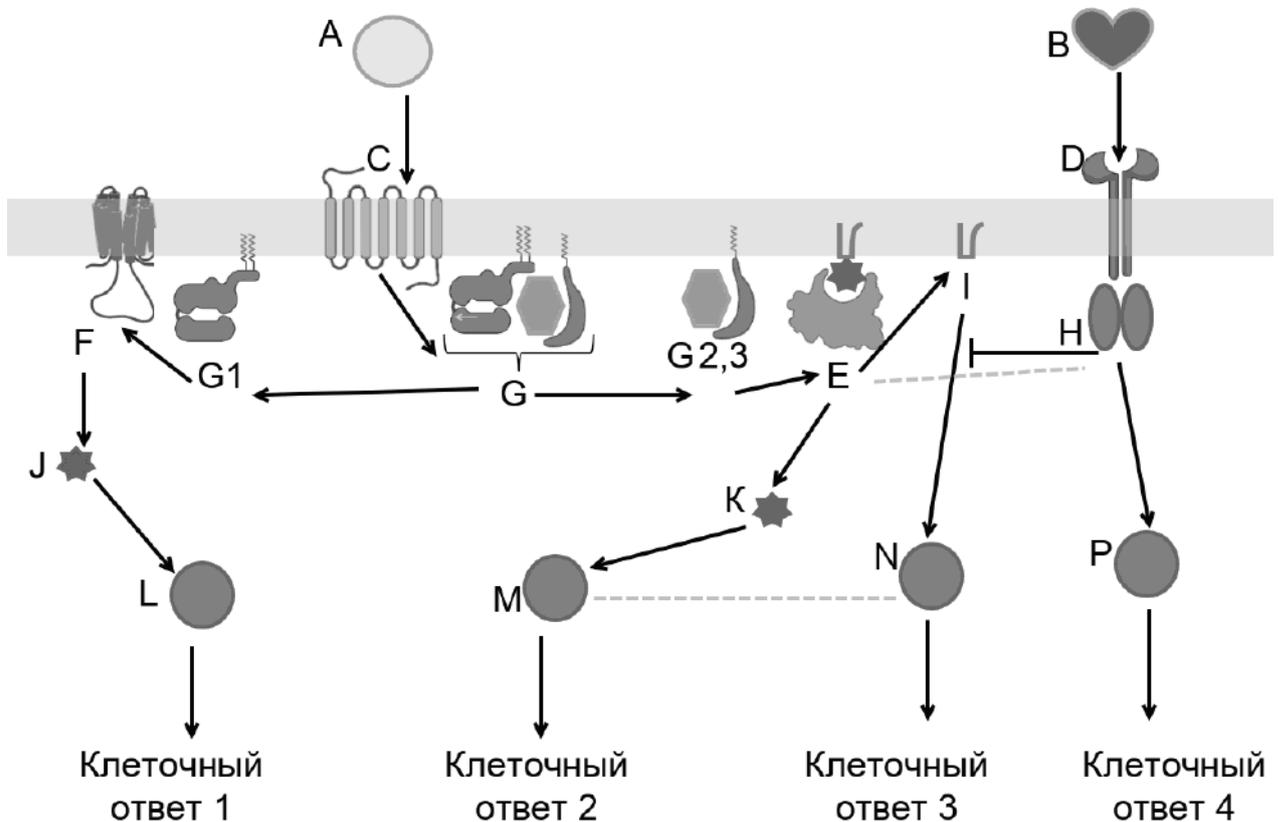
практического тура регионального этапа

41-й Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2024/25 уч. год. 11 класс

### ГЕНЕТИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

В начале выполнения работы Вам нужно провести стохастическое моделирование – положите монетку в бумажный стакан, закройте стакан ладонью и слегка потрясите, чтобы монетка выпала внутри стакана случайной стороной. Откройте стакан, запишите на Листе ответов, что выпало в первый раз – орел (герб) или решка (номинал монеты). Повторите моделирование, запишите на Листе Ответов, что выпало во второй раз. Приступайте к основному заданию.

Гормональная регуляция основана на связывании гормона рецептором и последующей внутриклеточной передаче сигнала. Клетки одной из тканей лабораторного животного чувствительны к двум гормонам, А и В, которые узнаются рецепторами С и D, соответственно (смотри рисунок).



Рецептор С после связывания гормона А взаимодействует с мультисубъединичным белком G, который от этого диссоциирует. Субъединица G1 активирует фермент F, который синтезирует вторичный посредник J, который активирует фермент L, что в итоге запускает клеточный ответ 1. Субъединицы G2 и G3 активируют фермент E, который создает два вторичных посредника, K и I. Посредник K активирует фермент M, это запускает клеточный ответ 2. Находящийся в мембране посредник I активирует фермент N, это запускает клеточный ответ 3. Рецептор D после связывания гормона В димеризуется, от димеризации друг друга активируют две молекулы фермента H.

Фермент Н подавляет активацию фермента N посредником I и активирует фермент Р, что запускает клеточный ответ 4. Ответьте на Листе Ответов на следующие вопросы.

1) Определите вторичные посредники I, J, K и отсутствующий на схеме посредник X, который может выходить из ЭПР через каналы, открывающиеся в ответ на связывание с посредником K. Выберите ответы из следующих веществ: 1 – ион  $Ca^{2+}$ , 2 – циклический аденозинмонофосфат (цАМФ), 3 – инозитолтрифосфат ( $IP_3$ ), 4 – диацилглицерол (DAG) (4 балла).

2) Определите для ферментов G1, F, E, H их субстраты и класс фермента. Для субстратов используйте обозначения: А – АТФ, Б – фосфатидилинозитолбисфосфат, В – ГТФ. Для классов ферментов используйте номера: 1 – оксидоредуктазы, 2 – трансферазы, 3 – гидролазы, 4 – лиазы, 5 – изомеразы, 6 – лигазы, 7 – транслоказы (8 баллов).

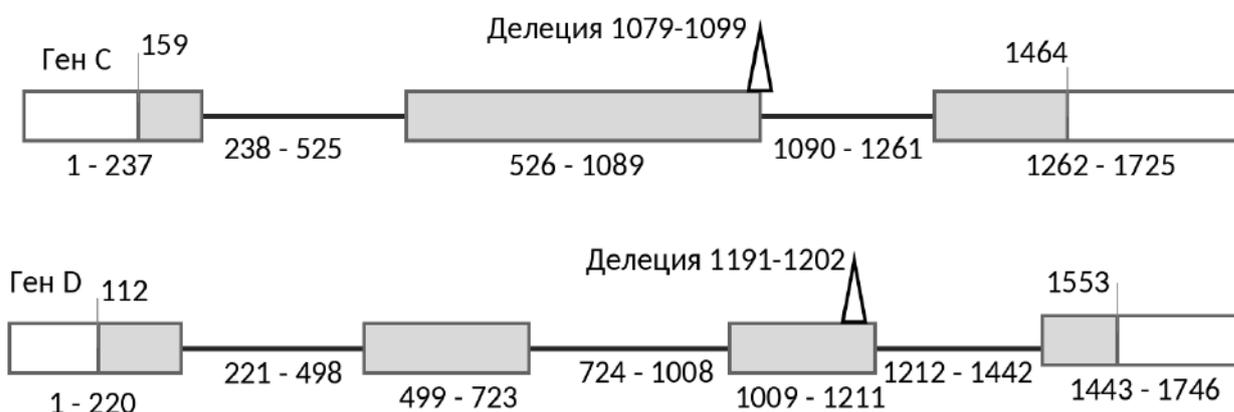
3) Дорисуйте на Листе Ответов схему передачи сигнала на основе Вашего моделирования – если в первый раз выпадала решка, нарисуйте на месте пунктира от Н к Е стрелку активации (фермент Н активирует фермент Е). Если в первый раз выпал орел, нарисуйте на месте пунктира от Н к Е Т-образную стрелку подавления (фермент Н подавляет активированный фермент Е). Если во второй раз выпадала решка, нарисуйте на месте пунктира от М к N стрелку активации (фермент М активирует фермент N). Если во второй раз выпал орел, нарисуйте на месте пунктира от М к N Т-образную стрелку подавления (фермент М подавляет активированный фермент N) (2 балла).

4) Определите на основе Вашей дорисованной схемы, какие клеточные ответы будут происходить при добавлении: только гормона А, только гормона В, гормонов А и В одновременно (6 баллов).

5) Некий организм гетерозиготен по мутации  $C^{\backslash}$ , нарушающей связывание рецептора С с комплексом G, и мутацией  $D^{\backslash}$ , нарушающей связывание рецептора D с ферментом H. Рассчитайте относительную активность ферментов G1 и H в этом случае, укажите ее в процентах относительно исходной активности гомозиготы дикого типа. Укажите, доминантны или рецессивны эти мутации, в качестве порогового критерия считайте, что если активность упала более чем в три раза, мутация доминантна (4 балла).

6) Определите, какое потомство будет от скрещивания двух дигетерозигот  $CC^{\backslash}DD^{\backslash}$ . Укажите на Листе Ответов расщепление по фенотипу на основании данных о доминантности или рецессивности мутаций  $C^{\backslash}$  и  $D^{\backslash}$ . Укажите, где будут потомки дикого типа и чем от него будет отличаться фенотип других потомков в плане ответа на гормоны А и В. Фенотипы записаны без фенотипических радикалов, чтобы избежать подсказки в ответе на пункт 5. Считайте, что рецепторы С и D есть только в анализируемой ткани, их мутации не приводят к летальному эффекту (6 баллов).

7) Мутации  $C'$  и  $D'$  представляют собой делеции в генах  $C$  и  $D$ , структура их показана на рисунке ниже.



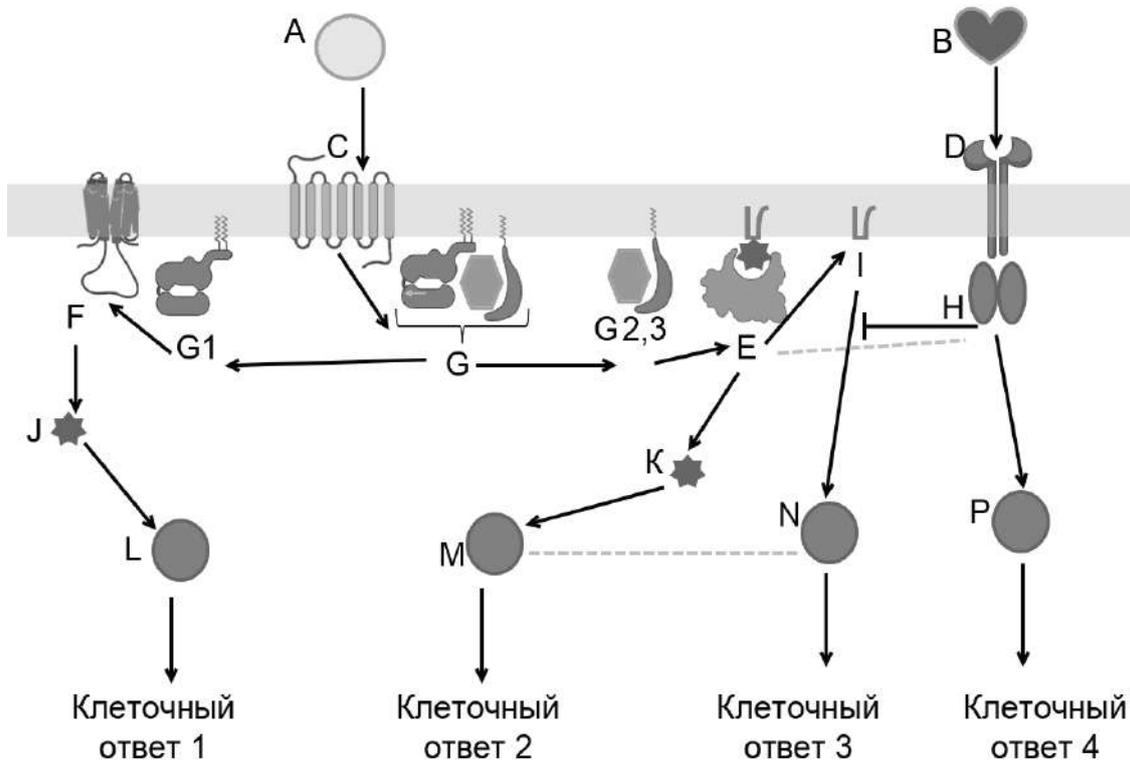
Прямоугольники соответствуют экзонам, линии – интронам, серая заливка соответствует кодирующей части, треугольники показывают места делеций, числа под генами – координатам экзонов и интронов, числа над генами – начало и конец кодирующей части. В результате делеции  $C'$  мРНК гена  $C$  стала намного длиннее, но сам белок  $C$  стал короче. В результате делеции  $D'$  и мРНК гена  $D$ , и сам белок  $D$  стали немного короче. Рассчитайте и запишите на Листе ответов размер мРНК (в нуклеотидах) и белков (в аминокислотах) для  $C$ ,  $C'$ ,  $D$  и  $D'$ . Размер мРНК укажите по границам гена, без учета полиА-хвоста, размер белка укажите вместе с сигнальным пептидом (входит в кодирующую часть), но без стоп-кодона. Объясните, почему для белка  $C$  по имеющимся данным нельзя однозначно предсказать размер после делеции (10 баллов).

**11 класс. ГЕНЕТИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ**

**ЛИСТ ОТВЕТОВ**

Сторона монеты в первый раз \_\_\_\_\_, во второй раз \_\_\_\_\_

1. Впишите номер (1-4) вторичного посредника: I \_\_\_\_\_, J \_\_\_\_\_, K \_\_\_\_\_, X \_\_\_\_\_ (4 балла)
2. Определите класс (1-7) и субстрат (А-В) ферментов (8 баллов)  
Класс: E \_\_\_\_\_, F \_\_\_\_\_, G1 \_\_\_\_\_, H \_\_\_\_\_      Субстрат: E \_\_\_\_\_, F \_\_\_\_\_, G1 \_\_\_\_\_, H \_\_\_\_\_
3. Дорисуйте схему при помощи стрелок на месте пунктирных линий (2 балла)



4. Запишите номера клеточных ответов на гормоны А и В (6 баллов)

Только А \_\_\_\_\_, только В \_\_\_\_\_, А и В \_\_\_\_\_

5. C` \_\_\_\_\_, активность G1 \_\_\_\_\_%; D` \_\_\_\_\_, активность H \_\_\_\_\_% (4 балла)

6. Запишите к фенотипам коэффициенты расщепления и детали фенотипа (6 баллов)

\_\_\_ C`C`DD \_\_\_\_\_      \_\_\_ CCDD \_\_\_\_\_

\_\_\_ CCD`D` \_\_\_\_\_      \_\_\_ C`C`D`D` \_\_\_\_\_

7. Запишите размеры мРНК: C \_\_\_\_\_, C` \_\_\_\_\_, D \_\_\_\_\_, D` \_\_\_\_\_

Запишите размеры белка: C \_\_\_\_\_, C` более \_\_\_\_\_, D \_\_\_\_\_, D` \_\_\_\_\_ (8 баллов)

Точно определить размер белка C` нельзя, так как \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (2 балла)

## Кабинет МИКРОБИОЛОГИЯ. 11 класс

Школьники из микробиологического кружка решили изучить купленный в магазине пищевой продукт («**Продукт**») и выделить из него чистую культуру микроорганизма («**Культура**»). Правда, насколько им удалось очистить культуру, остаётся вопросом. Ваша задача — рассмотреть образцы **Продукта** и **Культуры** и описать присутствующие в них микроорганизмы и их свойства. *Максимальный балл: 40 баллов.*

### Материалы:

2 пробирки с образцами (**Продукт** и **Культура**), микроскоп, спиртовка, предметные и покровные стекла, раствор метиленового синего, вода, индикаторные бумажки, пинцет, пипетки, фильтровальная бумага.

### Ход работы:

1. Приготовьте по одному мазку каждого образца, высушите, зафиксируйте с помощью спиртовки. Нанесите на мазки раствор метиленового синего, инкубируйте 5 минут, затем смойте водой и высушите. Рассмотрите препараты под микроскопом с объективом 40х или 60х. Результаты наблюдения используйте для ответа на вопросы №№1–4 и, при необходимости, другие.
2. Используя индикаторную бумажку, определите рН обоих образцов. Результаты опишите в ответе на вопрос №5.
3. Приготовьте подкрашенный препарат «раздавленная капля», используя только **Продукт**. После нанесения на предметное стекло капли образца добавьте также каплю раствора метиленового синего. Накройте покровным стеклом, инкубируйте 3 минуты. Затем рассмотрите под микроскопом с объективом 40х или 60х. Результаты наблюдений могут пригодиться для ответа на вопрос №10 или другие.
4. Ответьте на 10 вопросов на «Листе ответов», используя ваши наблюдения, а также дополнительные материалы.

### Дополнительные материалы:

1. Школьники провели несколько качественных реакций с образцами. Например, добавление перекиси водорода к образцам привело к возникновению положительной реакции в **Продукте**, но отрицательной реакции в **Культуре**. Для другого анализа после окрашивания обоих образцов раствором Люголя школьники добавили щелочь. В **Продукте** это привело к обесцвечиванию Люголя и образованию желтоватого осадка. В **Культуре** ничего не произошло.
2. Школьники отдали образец **Культуры** на химический анализ в профессиональной лаборатории. Вот некоторые результаты анализа:

Вещество	Обнаружение
низин	+
липотейхоевые кислоты	+
$\beta$ -галактозидаза	+
пептидогликан	+
дипиколинат кальция	–
липополисахариды	–
$\gamma$ -аминомаслянная кислота	+
пили IV типа	–

МИКРОБИОЛОГИЯ. 11 класс

1) Клетки какого типа строения (прокариоты, эукариоты) можно обнаружить в **Продукте**?

2) Какие варианты морфологии (морфотипы) микроорганизмов можно обнаружить в **Продукте**?

3) Какие варианты морфологии (морфотипы) микроорганизмов можно обнаружить в **Культуре**?

4) Образуют ли микроорганизмы **Культуры** споры?

5) Значение pH (выберите: *кислый, нейтральный, щелочной*):

**Продукт:** \_\_\_\_\_ **Культура:** \_\_\_\_\_

6) Содержание этанола (образование осадка йодоформа):

**Продукт:** \_\_\_\_\_ **Культура:** \_\_\_\_\_

7) Тип метаболизма («трофия») микроорганизмов в образцах:

8) К какой физиологической группе относятся микроорганизмы **Культуры**?

9) Какова грам-принадлежность (+/-) микроорганизмов **Культуры**?

Используйте приложенные материалы или результаты наблюдений.

Грам: \_\_\_\_\_ Обоснование: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

10) Один школьник предположил, что **Продукт** был исходно сформирован самыми крупными микроорганизмами, которые в нём имеются, но затем он был заражен другими микробами, которые полностью убили оригинальных (крупных) микроорганизмов, так что остались лишь их мёртвые клетки. Можете ли вы, используя свои наблюдения, согласиться с этим? Почему?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

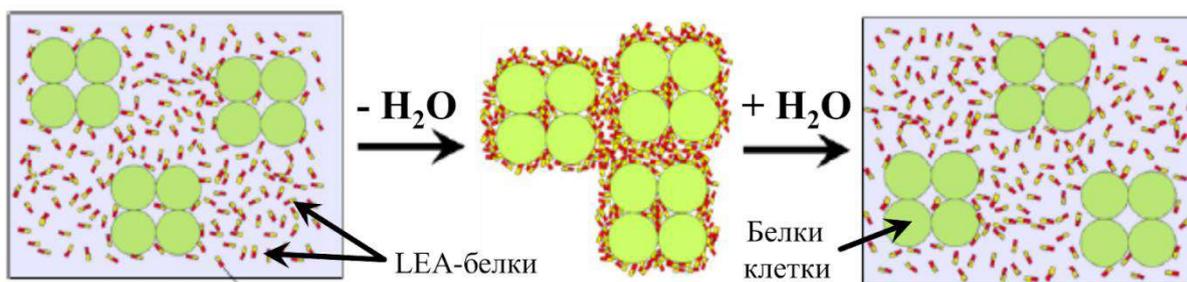
**Задания практического тура регионального этапа 41-й Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2024-25 уч. год. 11 класс**

**БИОХИМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

Внук бабы Нюры Петя решил сделать школьный проект по исследованию формирования семян пшеницы в стрессовых условиях. Для этого он воспользовался возможностями Всемирной паутины и нашёл статью, в которой исследуется способность LEA-белков к формированию устойчивости в условиях осмотического стресса. LEA-белки (Late Embryogenesis Abundant, или белки позднего эмбриогенеза) были впервые обнаружены в хлопчатнике и пшенице. Они интенсивно синтезируются во время развития семян, составляя до 4% от всех клеточных белков. Их экспрессия связана с приобретением устойчивости к обезвоживанию семян и пыльцы, а также индуцируется холодом.

**Задание 1.** Как Вы думаете, какой из растительных гормонов может индуцировать экспрессию *LEA*-генов? Ответ внесите в Лист ответов.

Из статьи Петя узнал, что основным предполагаемым механизмом действия LEA-белков заключается в предохранении разнообразных белков растительной клетки от нарушения их нативной структуры. Из другой статьи Петя выудил следующую схему:



**Рис. 1.** Предполагаемый механизм функционирования LEA-белков (по Furuki & Sakurai, 2016).

Посмотрев на данную схему, Петя сделал следующий вывод: при взаимодействии LEA-белков с другими белками клетки между ними сохраняется тонкая прослойка воды.

**Задание 2.** Как Вы думаете, корректный ли вывод по данной схеме сделал Петя? Ответ запишите в лист ответов.

Чтобы подтвердить или опровергнуть свою гипотезу, он прочитал в учебнике о водном потенциале клетки, который состоит из нескольких составляющих.

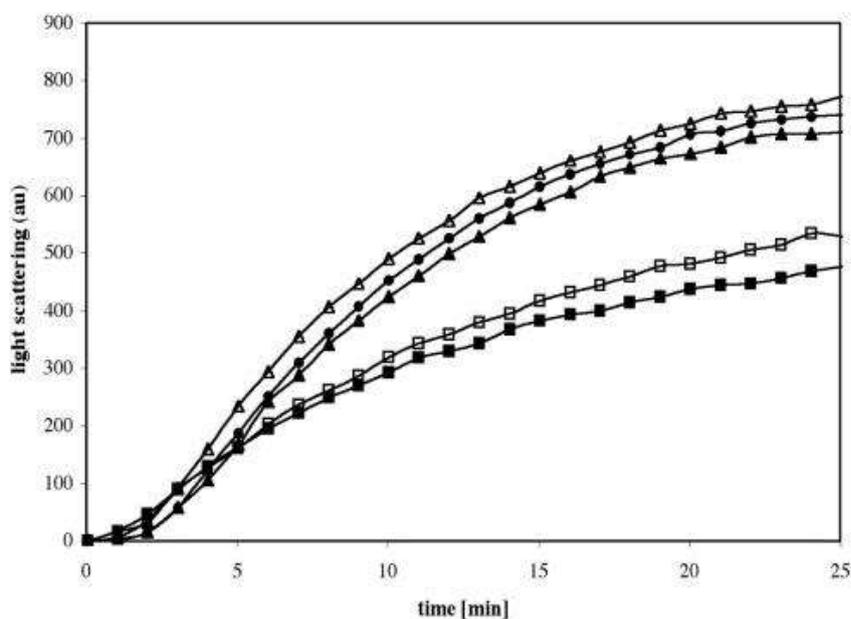
**Задание 3.** Выберите верное(-ые) утверждение(-я) о составляющих водного потенциала. Обведите буквы, соответствующие верным утверждениям, в Листе ответов. Учтите, что количество молекул LEA-белков в клетке не меняется. Все значения потенциалов взяты по модулю. При потере клеткой воды, как это продемонстрировано на рис. 1, происходят следующие события:

- А) матричный потенциал увеличивается;
- Б) матричный потенциал не меняется;
- В) матричный потенциал уменьшается;
- Г) потенциал давления (гидростатический) увеличивается;
- Д) потенциал давления (гидростатический) не меняется;
- Е) потенциал давления (гидростатический) уменьшается;

- Ж) гравитационный потенциал увеличивается;
- З) гравитационный потенциал не меняется;
- И) гравитационный потенциал уменьшается.

При дальнейшем поиске статей Петя понял, что LEA-белки помимо того, что предотвращают повреждение самих структур белков клетки, ещё и не позволяют “слипаться” белкам друг с другом. В статье описывался следующий эксперимент: при температуре 43°C в условиях *in vitro* исследовали кинетику агрегации очищенной цитратсинтазы (ЦС) в присутствии или в отсутствие LEA-белков или Белка Теплового Шока (БТШ) p26. В эксперименте LEA-белки группы 1 имели растительное происхождение, а LEA-белки группы 3 и БТШ p26 имели животное происхождение.

Термическую агрегацию цитратсинтазы (ЦС) с течением времени регистрировали по увеличению рассеяния света (в условных единицах “au”) с помощью спектрофотометра. Результаты этого эксперимента показаны на рисунке 2.



**Рис. 2.** Кинетика агрегации цитратсинтазы (ЦС) в присутствии или в отсутствие LEA-белков и БТШ p26. Пояснения к символам: ● - ЦС отдельно, Δ - ЦС в присутствии LEA-белков 1 группы в концентрации 1 мкМ, ▲ - ЦС в присутствии LEA-белков 3 группы в концентрации 1 мкМ, □ - ЦС в присутствии БТШ p26 в концентрации 75 нМ, ■ - ЦС в присутствии БТШ p26 в концентрации 150 нМ. Все отличия в средних значениях на графиках считать достоверными (по Goyal et al., 2005).

Проанализировав данный график (рис.2), Петя пришёл к выводам, представленным ниже.

**Задание 4.** Выберите верное(-ые) утверждение(-я). Обведите буквы, соответствующие верным утверждениям, в Листе ответов.

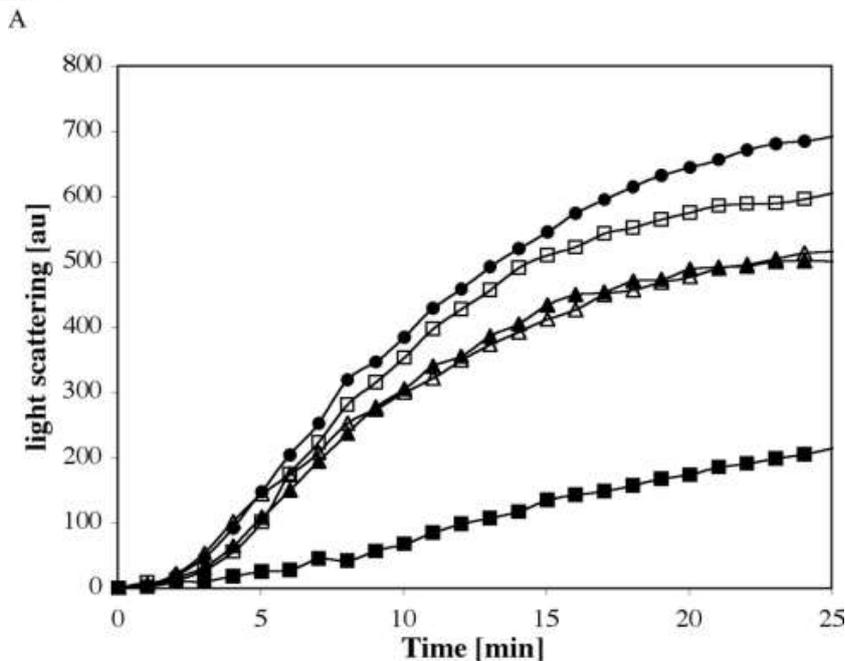
- А) В данном опыте было показано слабое влияние LEA-белков на изменение степени агрегации ЦС в сравнении с БТШ p26.
- Б) Белок БТШ p26 в опыте эффективнее снижает степень агрегации ЦС в сравнении с LEA-белками поскольку LEA-белки использовали в меньших концентрациях.
- В) Увеличение концентрации БТШ p26 приводит к снижению степени агрегации ЦС.
- Г) LEA-белки 1 группы в опыте не столь эффективно снижают степень агрегации ЦС, чем LEA-белки группы 3, поскольку в опыте использовалась ЦС, выделенная из животных.

Петя решил узнать, какие ещё факторы влияют на защиту клетки от осмотического стресса. Оказалось, что в этой же статье есть информация о действии LEA-белков в присутствии трегалозы.

**Задание 5.** Выберите верные утверждения о трегалозе. Обведите буквы, соответствующие верным утверждениям, в Листе ответов.

- А) Трегалоза - это моносахарид.
- Б) Трегалоза - это дисахарид.
- В) Трегалоза - это полифруктан.
- Г) Трегалоза - это редуцирующий сахар.
- Д) Трегалоза - это невосстанавливающий сахар.
- Е) В трегалозе присутствует(-ют)  $\alpha$ -1,1-гликозидная связь.
- Ж) В трегалозе присутствует(-ют)  $\alpha$ -1,2-гликозидная связь.
- З) В трегалозе присутствует(-ют)  $\alpha$ -1,6-гликозидная связь.

В следующем эксперименте исследовали кинетику агрегации очищенной цитратсинтазы (ЦС) в присутствии или в отсутствие LEA-белков групп 1 и 3 и/или трегалозы. В остальном дизайн эксперимента полностью повторял предыдущий. Результаты этого эксперимента показаны на рисунке 3.



**Рис. 3.** Кинетика агрегации цитратсинтазы в присутствии или в отсутствие LEA-белков и/или трегалозы. ● - ЦС отдельно, □ - ЦС в присутствии 100 мМ трегалозы, ■ - ЦС в присутствии 400 мМ трегалозы, △ - ЦС в присутствии 1 мкМ LEA-белков 1 группы и 100 мМ трегалозы, ▲ - ЦС в присутствии 1 мкМ LEA-белков 3 группы и 100 мМ трегалозы. Все отличия в средних значениях на графиках считать достоверными.

Проанализировав данные, полученные из графиков на рисунках 2 и 3, а также используя свои общие знания, Петя суммировал всю полученную информацию и изложил её в выводах в конце своего проекта.

**Задание 6.** Выберите верное(-ые) утверждение(-я). Обведите буквы, соответствующие верным утверждениям, в Листе ответов.

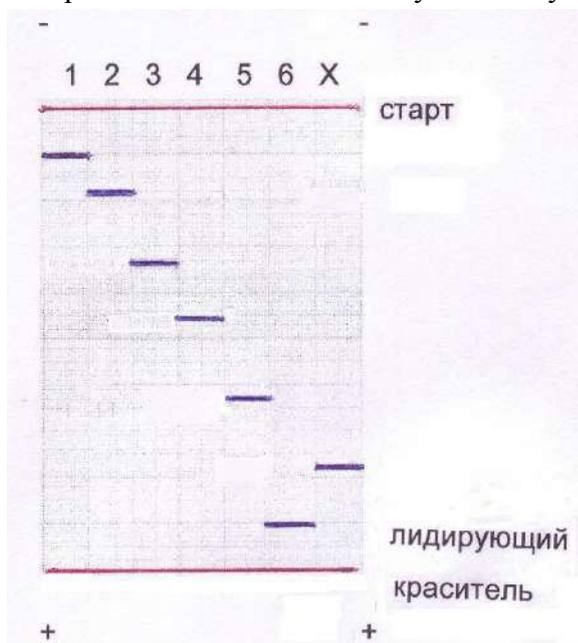
- А) Увеличение концентрации трегалозы приводит к снижению степени агрегации ЦС.
- Б) Для снижения степени агрегации ЦС в условиях эксперимента достаточно трегалозы в высоких концентрациях.

В) В отсутствие трегалозы LEA-белки 1 группы не способны снижать степень агрегации ЦС.

Г) LEA-белки 3 группы снижают степень агрегации только в присутствии трегалозы.

**Задание 7.** Петя решил посчитать, какой осмотический потенциал создавали 400 мМ трегалозы в этом эксперименте, если объём конечного раствора составлял 1,5 мл. В справочнике Петя нашёл следующую информацию: молярная масса остатка глюкозы в составе крахмала - 162 г/моль, молярная масса фруктозы в составе инулина - 162 г/моль, универсальная газовая постоянная 8,3 Дж/(моль×К). Примите, что 0°C = 273 К. **Ответ дайте по модулю в кПа с точностью до второго знака после запятой.**

Специалисты из Научно-Исследовательского Института, которые курировали проекты школьников, предложили Пете определить молекулярную массу одного из белков БТШ, недавно полученного ими в высокоочищенном виде. Для этой цели Петя использовал электрофорез в полиакриламидном геле (ЭФ в ПААГ) в присутствии додецилсульфата натрия и гель-фильтрацию на колонке с пористым носителем Sephacryl S-300. После проведения электрофореза и окрашивания геля Петя получил следующую картинку:



**Рис. 4.** Электрофореграмма белков-стандартов молекулярной массы и белка БТШ (X). В качестве стандартов Петя использовал белки со следующими молекулярными массами:

1 – 120 кДа;

2 – 96 кДа;

3 – 64 кДа;

4 – 45 кДа,

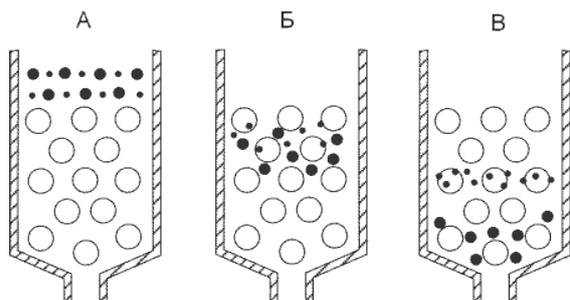
5 – 28 кДа;

6 – 14 кДа.

Линии вверху и внизу геля показывают положение старта и положение полосы лидирующего красителя (бромфенолового синего) соответственно.

**Задание 8.** Определите относительную подвижность белков-стандартов и белка X (параметр  $R_f$  – отношение расстояния, «пройденного» белком, к расстоянию, «пройденному» лидирующим красителем, с точностью до двух знаков после запятой) и внесите полученные значения в Лист ответов.

**Задание 9.** Постройте в Листе ответов график зависимости относительной подвижности ( $R_f$ ) белков-стандартов от логарифма их молекулярной массы и найдите по нему молекулярную массу белка X (БТШ).



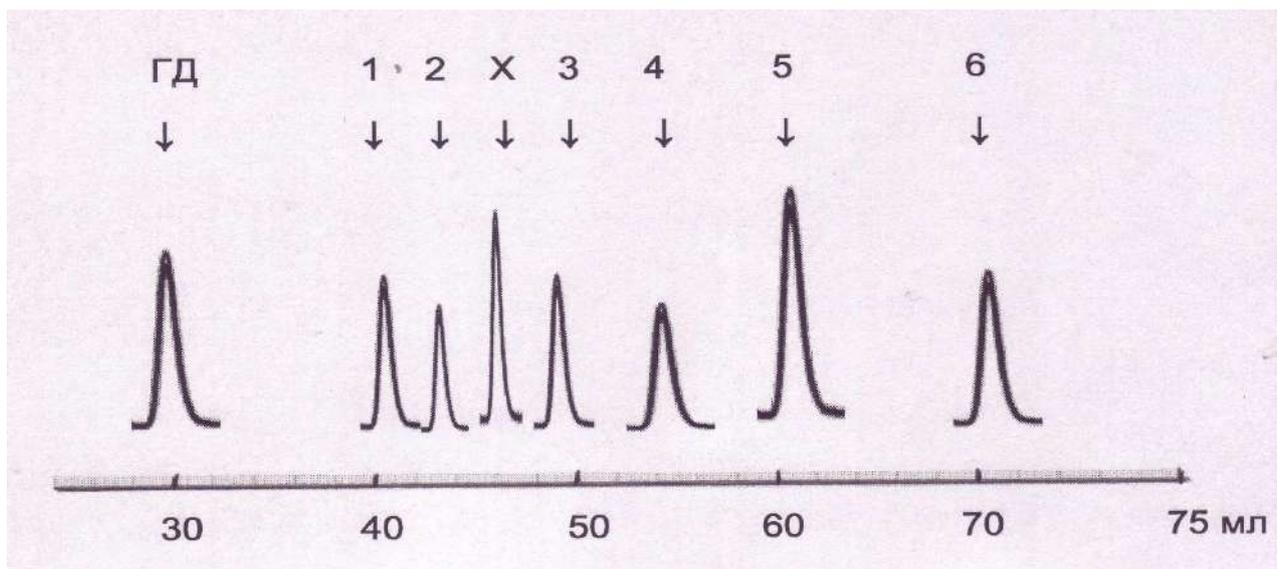
При гель-фильтрации на колонках с пористым носителем работает принцип анти-сита: крупные молекулы, которые не «входят» в поры геля, движутся быстрее тех молекул, которые могут в эти поры «заходить», поэтому объём элюции ( $V_e$ , объём раствора, с которым выходит пик белка) белков с большей молекулярной массой меньше объёма элюции белков с меньшей молекулярной массой. Для определения молекулярной массы неизвестного белка измеряют общий объём

колонки ( $V_t$ ), свободный объем колонки ( $V_o$ ), с которым выходят очень крупные молекулы, например, голубой декстран (ГД), и объемы элюции  $V_e$  белков-стандартов молекулярных масс и неизвестного белка (X). После этого рассчитывают для всех этих белков коэффициент доступности  $K_{av}$  по формуле:

$$K_{av} = (V_e - V_o) / (V_t - V_o),$$

и строят график зависимости  $K_{av}$  от логарифма молекулярной массы для белков-стандартов, по которому находят молекулярную массу неизвестного белка.

Проведя гель-фильтрацию тех же самых белков-стандартов и белка X на колонке,  $V_t$  которой составляет 80 мл, Петя получил показанный ниже профиль элюции:



**Рис. 5.** Профиль элюции белков с колонки при гель-фильтрации. По оси абсцисс отложены объемы, с которыми выходят пики голубого декстрана (ГД,  $V_o$ ) и используемых при гель-фильтрации белков ( $V_e$ ).

**Задание 10.** Рассчитайте коэффициенты  $K_{av}$  для белков-стандартов и белка X (БТШ) с **точностью до двух знаков после запятой** и внесите полученные значения в Лист ответов.

**Задание 11.** Постройте в Листе ответов график зависимости коэффициентов  $K_{av}$  для белков-стандартов от логарифма их молекулярной массы и найдите по нему молекулярную массу белка X (БТШ).

**Задание 12.** Запишите в Листе ответов значения молекулярной массы белка БТШ, измеренные двумя разными способами, с **точностью до одного знака после запятой**.

**Задание 13.** Какой вывод мог сделать Петя о белке БТШ на основании полученных им значений его молекулярной массы? Белок БТШ ...

---



---



---

**Не забудьте внести все ответы в Лист ответов!!!  
Проверяется и оценивается только Лист ответов!!!  
УДАЧИ!!!**

Шифр \_\_\_\_\_

Итого \_\_\_\_\_ баллов

### ЛИСТ ОТВЕТОВ

на задания практического тура регионального этапа 41-й Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2024-25 уч. год. 11 класс  
**БИОХИМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

Задание 1 (1 балл) \_\_\_\_\_

Задание 2 (обведите нужное) (1 балл). ДА / НЕТ

Задание 3 (обведите нужное) (3 балла). А Б В Г Д Е Ж З И

Задание 4 (обведите нужное) (2 балла). А Б В Г

Задание 5 (обведите нужное) (3 балла). А Б В Г Д Е Ж З

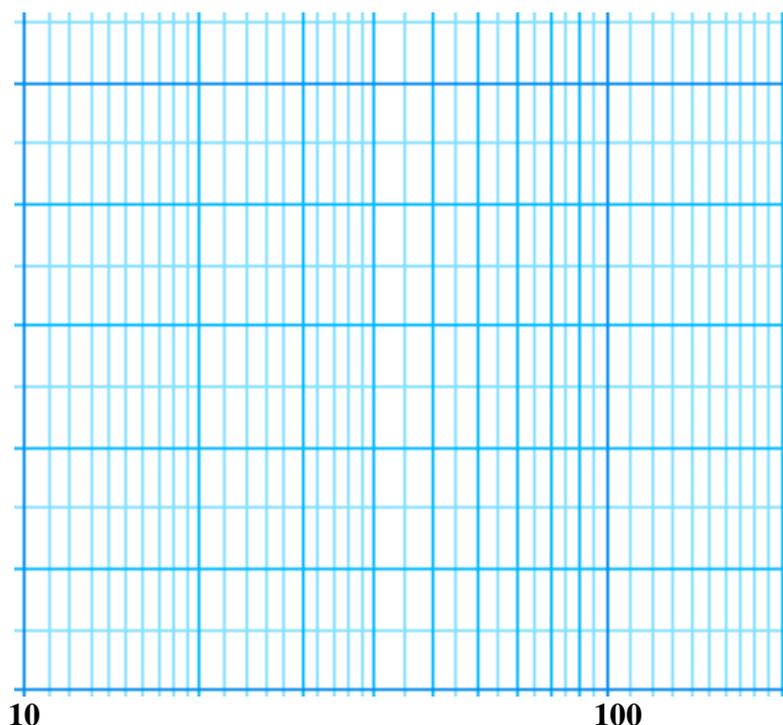
Задание 6 (обведите нужное) (3 балла). А Б В Г

Задание 7 (6 баллов) \_\_\_\_\_ кПа

Задание 8. (3,5 балла, по 0,5 балла за ячейку)

Белок	1	2	3	4	5	6	X
R <sub>f</sub>							

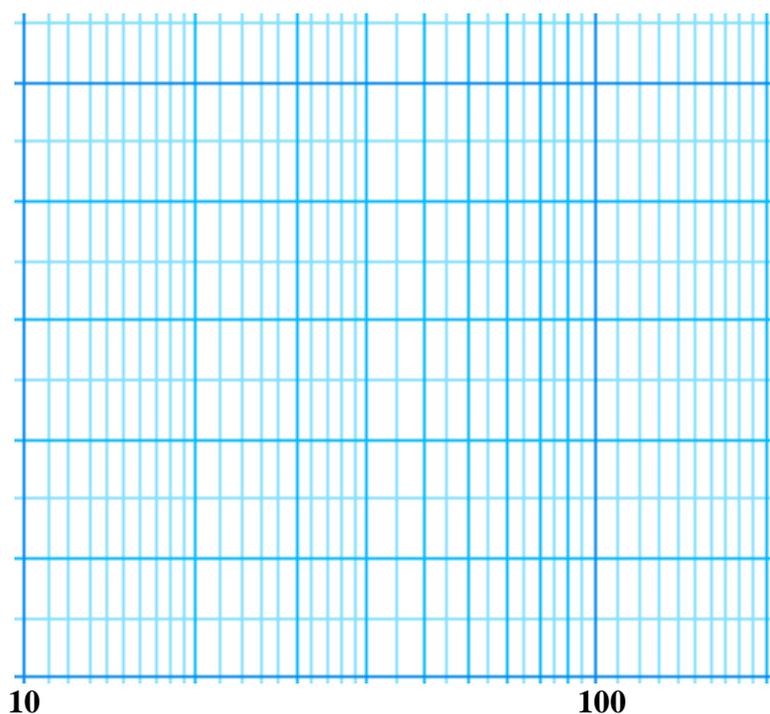
Задание 9. (5 баллов) График зависимости относительной подвижности (R<sub>f</sub>) белков-стандартов от логарифма их молекулярной массы. **Обратите внимание, что ось абсцисс логарифмическая!**



**Задание 10. (3,5 балла, по 0,5 балла за ячейку)**

<b>Белок</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>X</b>
<b><math>K_{av}</math></b>							

**Задание 11. (5 баллов)** График зависимости коэффициента  $K_{av}$  белков-стандартов от логарифма их молекулярной массы. **Обратите внимание, что ось абсцисс логарифмическая!**



**Задание 12. (1 балл, по 0,5 балла за ячейку)**

Метод определения молекулярной массы белка	<b>Мол. масса белка X (БТШ), кДа</b>
ЭФ в ПААГ в присутствии додецилсульфата натрия	
Гель-фильтрация	

**Задание 13. (3 балла)** Какой вывод мог сделать Петя о белке БТШ на основании полученных им значений его молекулярной массы? Белок БТШ ...

---



---



---