

**Задания**  
**практического тура регионального этапа**  
**XXXVIII Всероссийской олимпиады школьников по биологии**  
**2021-22 уч. год. 11 класс**

**БИОХИМИЯ (максимум 50 баллов)**

**ИЗУЧЕНИЕ ГЛИКОГЕНОЛИЗА В ГОМОГЕНАТЕ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ**

**Сначала внимательно прочтите все задание!**

При изучении процесса гликогенолиза в скелетной мускулатуре исследователи измерили содержание гликогена в белых (гликолитических) скелетных мышцах задних конечностей кролика. Оно составило **2,025%** от сырого веса мышц. После этого они взяли **20 г** измельченных на мясорубке скелетных мышц, довели объем до **100 мл** дистиллированной водой, прогомогенизировали и отобрали аликвоты для измерения содержания в гомогенате глюкозы и измерения pH. Значение pH гомогената было близко к нейтральному. После этого гомогенат проинкубировали в анаэробных условиях при 37°C в течение 30 минут. После инкубации из гомогената отобрали аликвоты для измерения содержания глюкозы и измерения pH. Было установлено, что pH гомогената значительно понизился.

**Задание 1.** Для измерения содержания свободной глюкозы в гомогенате до и после инкубации была проведена реакция с динитросалициловой кислотой. К 0,5 мл пробы приливали 2 мл раствора динитросалициловой кислоты, инкубировали на кипящей бане 5 минут, охлаждали и измеряли оптическую плотность при длине волны 490 нм. Калибровочный график строили, используя **стандартный раствор глюкозы с концентрацией 1 мг/мл**. Состав проб и результаты измерения оптической плотности приведены в **Таблице №1** ниже:

№	Объем стандартного раствора глюкозы, мл	Объем внесенного гомогената до инкубации, мл	Объем внесенного гомогената после инкубации, мл	Объем добавленной воды, мл	Оптическая плотность при 490 нм	Содержание глюкозы в пробе, мг	Концентрация глюкозы в гомогенате, мг/мл
1	0	-			0,000		
2	0,1	-			0,119		
3	0,2	-			0,241		
4	0,3	-			0,362		
5	0,4	-			0,478		
6	0,5	-			0,600		
7	-	0,5			0,528		<b>До инкубации</b>
8	-	0,5			0,540		
9	-	0,5			0,552		
10			0,5		0,444		<b>После инкубации</b>
11			0,5		0,420		
12			0,5		0,432		

Заполните в **Таблице №1** в **Листе ответов** все пустые клетки. По представленным значениям оптической плотности постройте в **Листе ответов** график зависимости оптической плотности от содержания глюкозы в пробе и определите по нему содержание глюкозы в пробах и концентрацию глюкозы в гомогенате (в **мг/мл**) до и после инкубации (**результаты округлите до второго знака после запятой**). Рассчитайте содержание свободной глюкозы в гомогенате до и после инкубации (в **ммольях**). Молекулярная масса глюкозы равна 180.

Количество свободной глюкозы в 100 мл гомогената **до инкубации** \_\_\_\_\_ ммоль.  
Количество свободной глюкозы в 100 мл гомогената **после инкубации** \_\_\_\_\_ ммоль.  
В этих условиях глюкоза расщепляется до \_\_\_\_\_ кислоты.  
Из одной молекулы глюкозы образуется \_\_\_\_\_ молекул(а,ы) этой кислоты.

**Задание 2.** Для измерения концентрации образовавшейся кислоты отобрали по 1 мл гомогената в чистые пустые колбы и оттитровали их **5 мМ** раствором NaOH. В Таблице записано, сколько миллилитров раствора NaOH ушло на титрование. Исходя из объема щелочи, затраченной на титрование (среднее для пяти проб, **с точностью до 1 знака после запятой**), рассчитайте **концентрацию кислоты** в гомогенате. Результаты занесите в **Таблицу 2** в **Листе ответов** (результат округлите до целого числа).

**Таблица №2**

Объем гомогената	Объем раствора NaOH, мл	Среднее значение, мл	Концентрация кислоты в гомогенате после инкубации, мМ
1 мл	5,75		
1 мл	6,12		
1 мл	6,20		
1 мл	5,93		
1 мл	6,15		

Рассчитайте, сколько **всего глюкозы** (в **ммольях**) превратилось в кислоту в процессе инкубации гомогената - \_\_\_\_\_ ммоль.

Рассчитайте, сколько кислоты (в ммольях) образовалось из свободной глюкозы и сколько из гликогена в процессе инкубации гомогената.

Из свободной глюкозы \_\_\_\_\_ ммоль.

Из гликогена \_\_\_\_\_ ммоль.

Исходя из полученных Вами результатов рассчитайте, **сколько гликогена (в %)** было израсходовано в гликолизе в процессе инкубации гомогената (**результат округлите до целого числа**).

Наиболее вероятной причиной, по которой **НЕ весь гликоген** был расщеплен, является \_\_\_\_\_.

**Задание 3.** Известно, что удельная активность гликогенфосфорилазы (фермента, который катализирует реакцию фосфорилиза гликогена) в белых скелетных мышцах кролика составляет **60 мкмоль/мин на 1 мг белка фосфорилазы** при 37°C. Рассчитайте число оборотов этого фермента. (**Числом оборотов фермента** называется **число молекул субстрата**, претерпевающих превращение в единицу времени в расчете **на одну молекулу фермента** в условиях, когда концентрация фермента является единственным фактором, лимитирующим скорость реакции.) Считайте, что **молекулярная масса** фосфорилазы равна **100 кДа**.

**Число оборотов фосфорилазы** составляет \_\_\_\_\_ **мин<sup>-1</sup>**.

**Продуктом реакции**, катализируемой фосфорилазой, **является** (поставьте знак « + »):

Свободная глюкоза	Глюкозо-1-фосфат	Глюкозо-6-фосфат

Исходя из удельной активности фермента, рассчитайте, **сколько фосфорилазы (в мг)** было в полученном гомогенате (**результат округлите до двух знаков после запятой**).

Считая, что содержание белка в белых скелетных мышцах кролика составляет 20% от сырого веса, рассчитайте, **сколько процентов** от общего белка в полученном гомогенате приходится на долю фосфорилазы (**результат округлите до двух знаков после запятой**).

**Все ответы из Задания перенесите в ЛИСТ ОТВЕТОВ.**

**Ответы без расчетов не оцениваются!!! Для расчетов используйте специальное место в ЛИСТЕ ОТВЕТОВ! Расчеты в задании не оцениваются!**

**Закончив работу, листы Задания и ЛИСТ ОТВЕТОВ сдайте преподавателю, который примет Вашу работу.**

**ПРОВЕРЯЕТСЯ ТОЛЬКО ЛИСТ ОТВЕТОВ!**

**ЧЕРНОВИКИ НЕ ОЦЕНИВАЮТСЯ!!!**

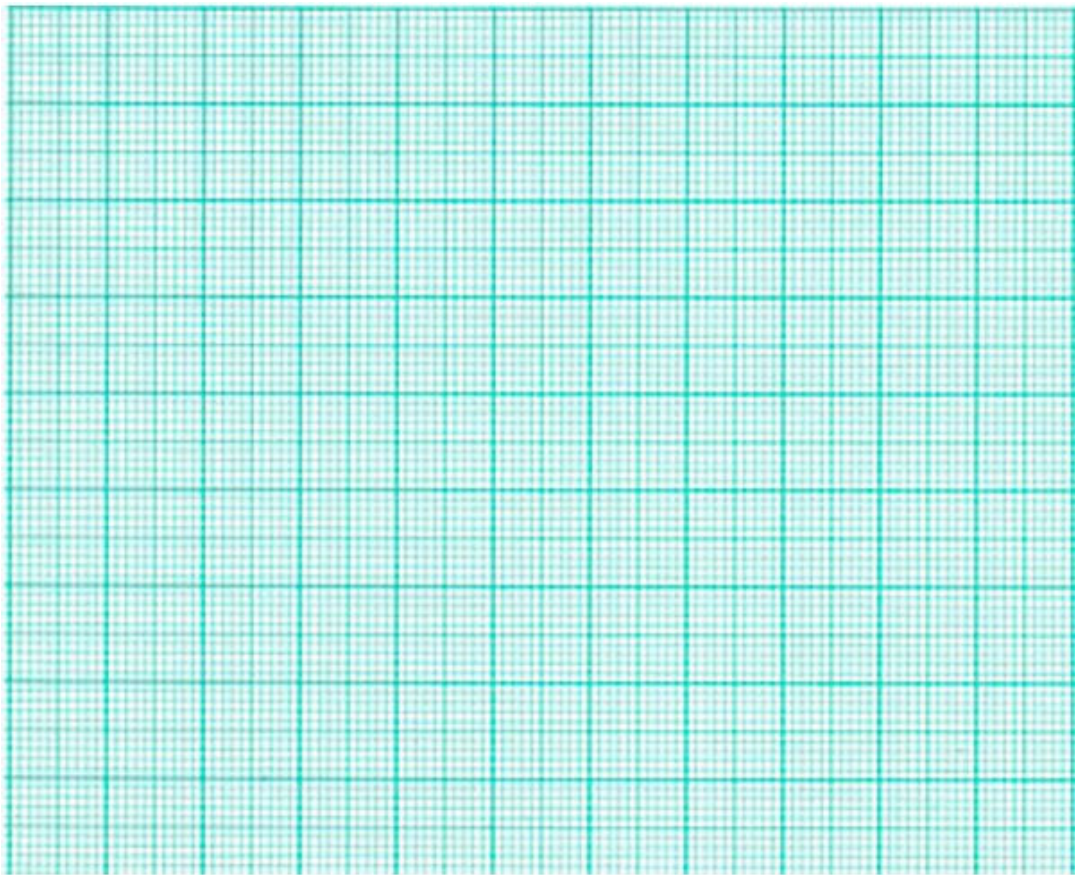
**ЛИСТ ОТВЕТОВ**  
**11 класс, БИОХИМИЯ**

**Задание 1. (20 баллов).**

**Таблица №1 (8 баллов)**

№	Объем стандартного раствора глюкозы, мл	Объем внесенного гомогената до инкубации, мл	Объем внесенного гомогената после инкубации, мл	Объем добавленной воды, мл	Оптическая плотность при 490 нм	Содержание глюкозы в пробе, мг	Концентрация глюкозы в гомогенате, мг/мл
1	0	-			0,000		
2	0,1	-			0,119		
3	0,2	-			0,241		
4	0,3	-			0,362		
5	0,4	-			0,478		
6	0,5	-			0,600		
7	-	0,5			0,528		До инкубации
8	-	0,5			0,540		
9	-	0,5			0,552		
10			0,5		0,444		После инкубации
11			0,5		0,420		
12			0,5		0,432		

**Калибровочный график (6 баллов)**



Количество свободной глюкозы в 100 мл гомогената до инкубации \_\_\_\_\_ ммоль (2 балла).

Количество свободной глюкозы в 100 мл гомогената после инкубации \_\_\_\_\_ ммоль (2 балла).

В этих условиях глюкоза расщепляется до \_\_\_\_\_ кислоты. (1 балл).

Из одной молекулы глюкозы образуется \_\_\_\_\_ молекул(а,ы) этой кислоты (1 балл).

**Задание 2 (15 баллов).**

**Таблица №2 (3 балла)**

Объем гомогената	Объем раствора NaOH, мл	Среднее значение, мл	Концентрация кислоты в гомогенате после инкубации, мМ
1 мл	5,75		
1 мл	6,12		
1 мл	6,20		
1 мл	5,93		
1 мл	6,15		

В процессе инкубации гомогената в кислоту превратилось \_\_\_\_\_ ммоль глюкозы (2 балла).

Рассчитайте, сколько кислоты (в ммоль) образовалось из свободной глюкозы и сколько из гликогена в процессе инкубации гомогената.

Из свободной глюкозы \_\_\_\_\_ ммоль кислоты (2 балла).

Из гликогена \_\_\_\_\_ ммоль кислоты (2 балла).

В процессе инкубации гомогената в гликолизе было израсходовано \_\_\_\_\_ % имевшегося в мышцах гликогена (4 балла).

Наиболее вероятной причиной, по которой НЕ весь гликоген был расщеплен, является \_\_\_\_\_ (2 балла).

**Задание 3 (15 баллов).**

Число оборотов фосфоорилазы составляет \_\_\_\_\_ мин<sup>-1</sup> (5 баллов).

Продуктом реакции, катализируемой фосфоорилазой, является (поставьте знак « + ») (2 балла):

Свободная глюкоза	Глюкозо-1-фосфат	Глюкозо-6-фосфат

В полученном гомогенате было \_\_\_\_\_ мг фосфоорилазы (5 баллов).

На долю фосфоорилазы в полученном гомогенате приходится \_\_\_\_\_ % от общего белка (3 балла).

**Задание 1**

**Задание 2**

**Задание 3**