

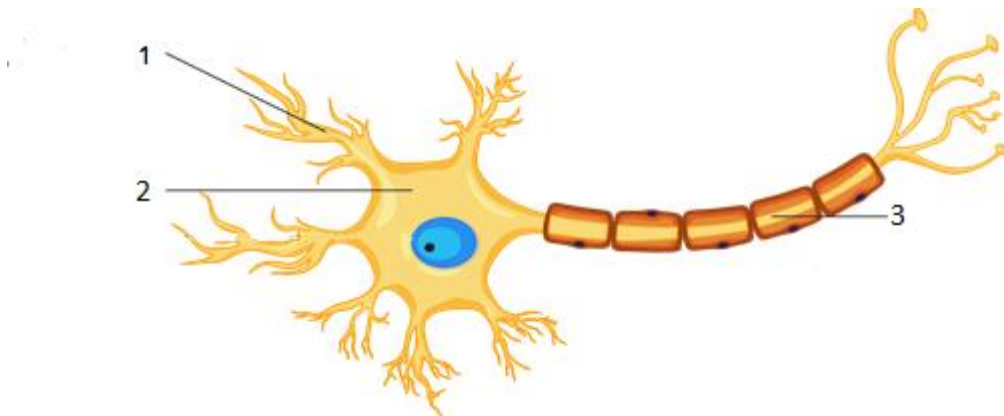
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №1**

---

**Задача 1.**

Межклеточная коммуникация лежит в основе процессов, изучаемых почти всеми медицинскими дисциплинами. Можно выделить следующие типы межклеточных взаимодействий: электрическое, химическое, механическое. Примером электрического взаимодействия может служить передача нервного импульса.

- 1) Назовите клетки, которые являются структурными единицами нервной ткани человека. Ответ дайте в именительном падеже единственном числе.
- 2) Дайте названия участков этих клеток в соответствии со схемой, приведенной на рисунке. Ответ дайте в виде «цифра - термин», например «1 - яблоко».



- 3) Какой из участков этой клетки отвечает за передачу сигнала другим нервным, мышечным или железистым клеткам?
- 4) В основе передачи нервного импульса лежит создание мембранного потенциала, в каких единицах в системе СИ он измеряется?
- 5) Укажите в ответе два иона, участвующих в работе молекулярного насоса, отвечающего за создание мембранного потенциала.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №1**

---

**Задача 2.**

Одним из методов определения дрожжей в бродящем сусле является центрифугирование. Основными структурообразующими полисахаридами клеточной стенки являются  $\beta$ -глюканы и маннаны, находящиеся приблизительно в равных количествах и в сумме составляющие порядка 60-90% сухой массы клеточной стенки, оставшаяся часть приходится на долю белка, хитина и липидов. Центрифугирование - способ разделения неоднородных дисперсных жидких систем на фракции по плотности под действием центробежных сил. Скорость осаждения будет напрямую зависеть от центробежного ускорения. Центробежное ускорение измеряется в единицах  $g$  (гравитационная постоянная  $1 g=980 \text{ см/с}^2$ ) и рассчитывается по формуле:

$$G = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot r}{3600}, \text{ где}$$

$G$  - центробежное ускорение,  $\text{см/с}^2$ ;

$\pi$  - константа, выражающая отношение длины окружности к ее диаметру,  $\pi \approx 3,14$ ;

$n$  - скорость вращения, об/мин;

$r$  - расстояние между осью вращения и частицей, см;

Известно, что для центрифуги А расстояние между осью вращения и ротором составляет 15 см, а скорость вращения была равна 3000 об/мин. Для

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №1**

---

центрифуги В расстояние между осью вращения и ротором составляло 12 см, а скорость вращения составляла 3200 об/мин.

- 1) Укажите, к какому типу клеток по наличию ядра относятся дрожжи.  
Ответ дайте в именительном падеже множественном числе.
- 2) Для разрушения полисахаридов клеточной стенки дрожжей применили фермент манназу, разрушающий гликозидные связи. Определите, к какому классу ферментов она относится (классы ферментов приведены в таблице). Ответ дайте в виде названия класса фермента в именительном падеже множественном числе.

<b>Класс фермента</b>	<b>Название</b>
I	Оксидоредуктазы
II	Трансферазы
III	Гидролазы
IV	Лиазы
V	Изомеразы
VI	Лигаза

- 3) Определите, какое значение центробежного ускорения было получено для центрифуги А. Ответ выразите в g и дайте с точностью до целых.
- 4) Определите, какое значение центробежного ускорения было получено для центрифуги В. Ответ выразите в g и дайте с точностью до целых.
- 5) Какой должна быть скорость вращения (об/мин) для ротора радиусом 10 см, чтобы значение центробежного ускорения было равно полученному для центрифуги А? При округлении полученного значения учитывайте, что число скорость вращения задается с шагом 100 об/мин.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №1**

---

**Задача 3.**

Метод определения целлюлолитической активности ферментов основан на количественном определении редуцирующих (восстанавливающих) сахаров, образующихся в результате действия фермента целлюлазы на субстрат натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) при температуре 50 °С.

За единицу целлюлазной активности (1 ед.ЦлС) принимают количество фермента, которое гидролизует КМЦ с высвобождением 1 мкмоль восстанавливающих сахаров (в глюкозном эквиваленте), образующихся за 1 мин при стандартных условиях (температура 50 °С и 5,0 ед. рН).

Содержание редуцирующих сахаров, образующихся в результате ферментативной реакции, определяют колориметрическим методом, основанным на взаимодействии сахаров с реактивом Шомоди-Нельсона. В результате этой реакции образуется соединение голубого или бирюзового цвета, интенсивность окраски которого пропорциональна содержанию редуцирующих сахаров, образовавшихся в процессе ферментативной реакции. Интенсивность окраски полученных растворов измеряют на фотоэлектроколориметре или спектрофотометре при определенной длине волны, обеспечивающей максимальное светопоглощение.

Метод состоит из двух основных этапов:

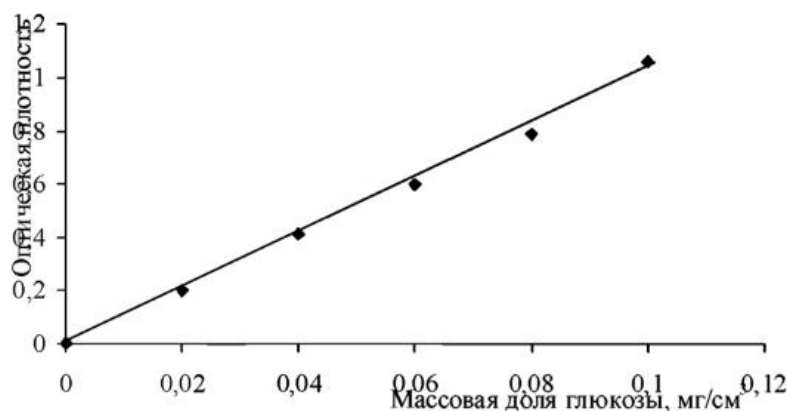
1. Построение градуировочного графика

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №1**

---

Для построения градуировочного графика готовят серию растворов с известным количеством глюкозы (Массовая доля глюкозы в растворе, мг/мл: 0; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1) и проводят цветную реакцию с реактивом Шомоди-Нельсона. В полученных растворах определяют оптическую плотность, получая при этом значения экстинкции.

По полученным данным строят градуировочный график. На оси абсцисс X откладывают массовую долю глюкозы  $C$  в мг/см<sup>3</sup>; на оси ординат Y —соответствующие значения оптической плотности  $D$ . На рисунке приведен пример градуировочного графика. Величина, обратная тангенсу угла наклона калибровочной кривой, составляет, например, 0,098 ( $1/\text{tg} = 0,098$ ), что является коэффициентом  $K$ , входящим в формулу расчета целлюлазной активности.



2. Проведение ферментативной реакции и расчет активности фермента.

Целлюлазную способность (ЦлС) в анализируемой пробе в единицах ЦлС/г или единицах ЦлС/мл вычисляют по формуле:

$$\text{ЦлС} = \frac{K \cdot \Delta D \times 2,22 \times d}{n}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №1**

---

где  $K$  – коэффициент полученный по градуировочному графику;

$\Delta D$  – разность экстинкции опытного и контрольных образцов;

$n$  — масса ферментного препарата, взятая на гидролиз (расчет ведется на 1 см<sup>3</sup> рабочего раствора анализируемой пробы ферментного препарата), г;

2,22 — коэффициент

$d$  — плотность ФП, определенная по (для жидкого препарата), г/см<sup>3</sup>.

Задание

1. Напишите теоретическое упрощенное уравнение ферментативного гидролиза целлюлозы до глюкозы.
2. Определите по уравнению сколько г глюкозы получится из 15 г целлюлозы при условии выхода продуктов реакции – 100 %.
3. Светофильтр какого цвета из видимого спектра позволит провести определение экстинкции при максимальном светопоглощении, основываясь на том, что измеремые растворы голубого или бирюзового цвета?
4. Постройте градуировочный график и определить коэффициент  $K$ , основываясь на следующих экспериментальных данных экстинкции:

Массовая доля глюкозы в растворе, мг/мл	Оптическая плотность
0	0
0,02	0,21
0,04	0,42
0,06	0,60
0,08	0,79

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Биотехнологический профиль  
Междисциплинарные задачи  
10 класс, вариант №1

0,1	1,05
-----	------

5. Вычислить Целлюлазную способность фермента, основываясь на следующих экспериментальных данных:

- Ферментный препарат жидкий (Плотность – 1100 кг/м<sup>3</sup>)
- $\Delta D = 0,44$
- $n = 0,05$  г

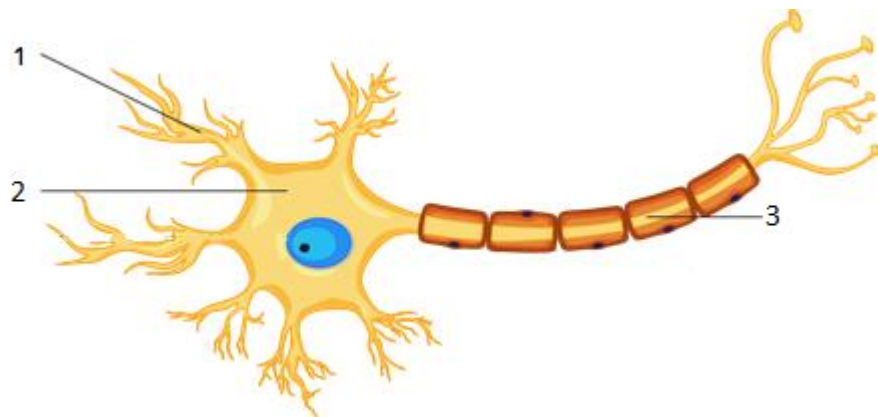
**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №2**

---

**Задача 1.**

Межклеточная коммуникация лежит в основе процессов, изучаемых почти всеми медицинскими дисциплинами. Можно выделить следующие типы межклеточных взаимодействий: электрическое, химическое, механическое. Примером электрического взаимодействия может служить передача нервного импульса.

- 1) Дайте названия участков этих клеток в соответствии со схемой, приведенной на рисунке. Ответ дайте в виде «цифра - термин», например «1 - яблоко».



- 2) Какой из участков этой клетки участвует в получении сигнала от других нервных клеток?
- 3) Известно, что между в основе передачи сигнала лежит мембранный потенциал, создающийся при присоединении нейромедиатора на мембранах в синапсе. Потенциал — это отношение потенциальной энергии заряда, помещенного в некую точку поля, к величине этого заряда. В ответе укажите единицу измерения заряда, принятую в системе СИ.
- 4) Как называются вспомогательные клетки, которые являются вспомогательными для нейронов и обеспечивают условия для

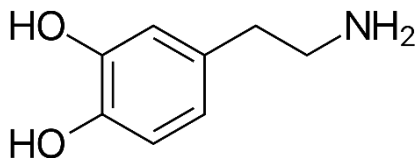


**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №2**

---

генерации и передачи нервных импульсов? Ответ дайте в именительном падеже множественном числе.

- 5) Леводопа - препарат, который применяют для лечения болезни Паркинсона, так как он может, в отличие от дофамина, проникать через гематоэнцефалический барьер. Леводопа отличается от дофамина ацетилированной аминогруппой. Перед вами представлена структурная формула дофамина. В ответе приведите структурную формулу леводопы.



**Задача 2.**

Одним из методов определения дрожжей в бродящем сусле является центрифугирование. Основными структурообразующими полисахаридами клеточной стенки являются  $\beta$ -глюканы и маннаны, находящиеся приблизительно в равных количествах и в сумме составляющие порядка 60-90% сухой массы КС, оставшаяся часть приходится на долю белка, хитина и липидов. Центрифугирование - способ разделения неоднородных

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №2**

---

дисперсных жидких систем на фракции по плотности под действием центробежных сил. Скорость осаждения будет напрямую зависеть от центробежного ускорения. Центробежное ускорение измеряется в единицах  $g$  (гравитационная постоянная  $1g=980 \text{ см/с}^2$ ) и рассчитывается по формуле:

$$G = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot n^2 \cdot r}{3600}, \text{ где}$$

$G$  - центробежное ускорение,  $g$ ;

$\pi$  - константа, выражающая отношение длины окружности к ее диаметру,  $\pi \approx 3,14$ ;

$n$  - скорость вращения, об/мин;

$r$  - расстояние между осью вращения и частицей, см;

Известно, что для центрифуги А расстояние между осью вращения и ротором составляет 10 см, а скорость вращения была равна 3400 об/мин. Для центрифуги В расстояние между осью вращения и ротором составляло 11 см, а скорость вращения составляла 3500 об/мин.

1) Укажите, к какому типу клеток по наличию ядра относятся дрожжи.

Ответ дайте в именительном падеже множественном числе.

2) Для разрушения полисахаридов клеточной стенки дрожжей

применили фермент дисперсин В, разрушающий гликозидные связи.

Определите, к какому классу ферментов она относится (классы

ферментов приведены в таблице). Ответ дайте в виде названия

класса фермента в именительном падеже множественном числе.

<b>Класс фермента</b>	<b>Название</b>
I	Оксидоредуктазы
II	Трансферазы
III	Гидролазы
IV	Лиазы

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №2**

---

V	Изомеразы
VI	Лигазы

- 3) Определите, какое значение центробежного ускорения было получено для центрифуги А. Ответ выразите в g и дайте с точностью до целых.
- 4) Определите, какое значение центробежного ускорения было получено для центрифуги В. Ответ выразите в g и дайте с точностью до целых.
- 5) Какой должна быть скорость вращения (об/мин) для ротора радиусом 15 см, чтобы значение центробежного ускорения было равно полученному для центрифуги В? При округлении полученного значения учитывайте, что число скорость вращения задается с шагом 100 об/мин.

**Задача 3.**

Метод определения целлюлолитической активности ферментов основан на количественном определении редуцирующих (восстанавливающих) сахаров, образующихся в результате действия фермента целлюлазы на субстрат натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) при температуре 50 °С.

За единицу целлюлазной активности (1 ед.ЦлС) принимают количество фермента, которое гидролизует КМЦ с высвобождением 1 мкмолья

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №2**

---

восстанавливающих сахаров (в глюкозном эквиваленте), образующихся за 1 мин при стандартных условиях (температура 50 °С и 5,0 ед. рН).

Содержание редуцирующих сахаров, образующихся в результате ферментативной реакции, определяют колориметрическим методом, основанным на взаимодействии сахаров с реактивом Шомоди-Нельсона. В результате этой реакции образуется соединение голубого или бирюзового цвета, интенсивность окраски которого пропорциональна содержанию редуцирующих сахаров, образовавшихся в процессе ферментативной реакции. Интенсивность окраски полученных растворов измеряют на фотоэлектроколориметре или спектрофотометре при определенной длине волны, обеспечивающей максимальное светопоглощение.

Метод состоит из двух основных этапов:

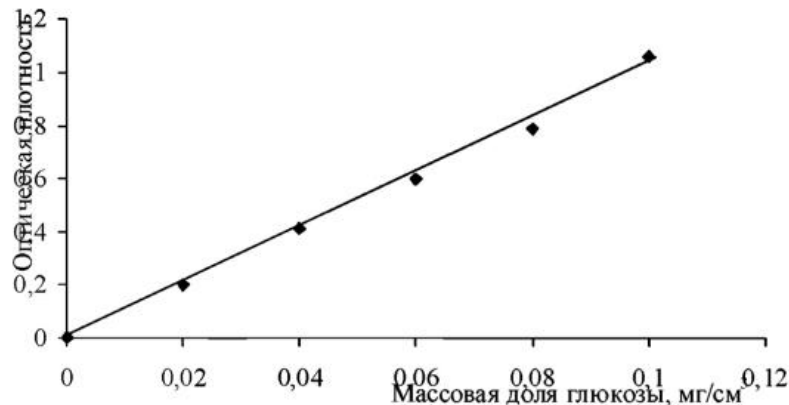
1. Построение градуировочного графика

Для построения градуировочного графика готовят серию растворов с известным количеством глюкозы (Массовая доля глюкозы в растворе, мг/мл: 0; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,1) и проводят цветную реакцию с реактивом Шомоди-Нельсона. В полученных растворах определяют оптическую плотность, получая при этом значения экстинкции.

По полученным данным строят градуировочный график. На оси абсцисс  $X$  откладывают массовую долю глюкозы  $C$  в мг/см<sup>3</sup>; на оси ординат  $Y$  —соответствующие значения оптической плотности  $D$ . На рисунке приведен пример градуировочного графика. Величина, обратная тангенсу угла наклона калибровочной кривой, составляет, например, 0,098 ( $1/\text{tg} = 0,098$ ), что является коэффициентом  $K$ , входящим в формулу расчета целлюлазной активности.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
Заключительный этап  
Биотехнологический профиль  
Междисциплинарные задачи  
10 класс, вариант №2

---



2. Проведение ферментативной реакции и расчет активности фермента.  
Целлюлазную способность (ЦЛС) в анализируемой пробе в единицах ЦЛС/г или единицах ЦЛС/мл вычисляют по формуле:

$$\text{ЦЛС} = \frac{K \cdot \Delta D \times 2,22 \times d}{n}$$

где  $K$  – коэффициент полученный по градуировочному графику;

$\Delta D$  – разность экстинкции опытного и контрольных образцов;

$n$  — масса ферментного препарата, взятая на гидролиз (расчет ведется на 1 см<sup>3</sup> рабочего раствора анализируемой пробы ферментного препарата), г;

2,22 — коэффициент

$d$  — плотность ФП, определенная по (для жидкого препарата), г/см<sup>3</sup>.

Задание

1. Напишите теоретическое упрощенное уравнение ферментативного гидролиза целлюлозы до глюкозы.
2. Определите по уравнению сколько г глюкозы получится из 25 г целлюлозы при условии выхода продуктов реакции – 100 %.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**  
**Заключительный этап**  
**Биотехнологический профиль**  
**Междисциплинарные задачи**  
**10 класс, вариант №2**

---

3. Светофильтр какого цвета из видимого спектра позволит провести определение экстинкции при максимальном светопоглощении, основываясь на том, что измеряемые растворы голубого или бирюзового цвета?
4. Постройте градуировочный график и определить коэффициент  $K$ , основываясь на следующих экспериментальных данных экстинкции:

Массовая доля глюкозы в растворе, мг/мл	Оптическая плотность
0	0
0,02	0,22
0,04	0,41
0,06	0,62
0,08	0,81
0,1	1,03

5. Вычислить Целлюлазную способность фермента, основываясь на следующих экспериментальных данных:
- Ферментный препарат жидкий (Плотность – 1150 кг/м<sup>3</sup>)
  - $\Delta D = 0,33$
  - $n = 0,01$  г